This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Über dieses Buch**

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

**Nutzungsrichtlinien**

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

**Über Google Buchsuche**

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 643 168

0.5

0.13

# ANNALEN

DER

# HYSIK

UND

# CHEMIE.

ZWEITE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1836.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

# ANNALEN

DER

# PHYSIK

UND

# CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHT UND DREISSIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND VIERZEHNTER.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1836.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

111482

# Inhalt

## des Bandes XXXVIII der Annalen der Physik und Chemie.

### Erstes Stück.


Seite

I. Bericht an die Academie der Wissenschaften zu Paris über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Biot . . . . . 1

II. Beobachtungen über die Linien im Sonnenspectrum und diejenigen, welche durch die Atmosphäre der Erde und das Salpetergas erzeugt werden; von Sir David Brewster. 50

III. Ueber die Beweise eines allmäligen Emporsteigens gewisser Landstriche in Schweden; von Ch. Lyell jun. . . . . 64

IV. Ueber das Verhalten der wasserfreien Schwefelsäure zu einigen Chlormetallen und Salzen; von H. Rose. . . . . 117

V. Ueber das Wasser als Bestandtheil der Salze, zunächst der schwefelsauren; von Th. Graham. . . . . 123

VI. Ueber das oxalsaure Zinkoxyd und Kadmiumoxyd; von R. Marchand. . . . . 143

VII. Untersuchung des Specksteins; von L. P. Lychnell. . 147

VIII. Untersuchung des Agalmatholiths; von Demselben. . 149

IX. Analyse des Basalts und der Lava vom Aetna; von A. Löwe. . . . . 151

Seite

X. Analyse der strahligen Blende von Przibram; von Demselben. . . . . 161

XI. Beleuchtung einiger streitigen Punkte über Eupion und Bergnaphta; von H. Hefs. . . . . 163

XII. Anwendung des Bleis zur Eudiometrie; von Th. de Saussure. . . . . 171

XIII. Auszug aus einer Abhandlung, betitelt: Mathematische und experimentelle Methoden, um Gemenge von bestimmten oder unbestimmten Verbindungen, falls beide auf das polarisirte Licht einwirken, zu unterscheiden, nebst Anwendungen auf die Verbindungen der Weinsäure mit Wasser, Alkohol und Holzgeist; von Biot. . . . . 179

XIV. Ueber eine neue physische Relation zwischen den Elementen der Naturkörper und den Einwirkungen der verschiedenen einfachen Strahlen auf sie; von Biot. . . . 192

XV. Ueber die Polarisation der Wärmestrahlen durch progressive Drehung; von Biot und Melloni. . . . . 202

XVI. Notiz über eine dem Cyaneisenammoniumsalmiak analog zusammengesetzte Verbindung; von C. Himly und R. Bunsen. . . . . 208

XVII. Ueber eine Purpurfarbe zum Druck auf Fayence; von A. Brogniart. . . . . 210

XVIII. Künstliche Perlmutter. . . . . 211

XIX. Vorläufige Mittheilungen über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien und ihre grofse Verbreitung; von Ehrenberg. . . . . 213

XX. Vermischte Notizen. 1) Expedition zur Bestimmung der Niveaudifferenz des schwarzen und kaspischen Meeres, S. 227. — 2) Höhe des kaspischen Meeres und einiger Vulkane in Kamtschatka; von Erman, S. 230. — 3) Zur Erklärung der Wirkung heifser Luft bei Gebläsen; von H. Hefs, S. 232. — 4) Doppelbrechung des gehärteten Glases, S. 233. — 5) Licht vom Rande und vom Mittelpunkt der Sonne, S. 234. — 6) Vergleichender Gang des Photometers und Thermometers während der letzten Son-

Seite

nenfinsterniſs, S. 234. — 7) Temperatur des Himmelsraums, S. 235. — 8) Artesischer Brunnen in Granit, S. 235. 9) Regenmenge zu York in verschiedener Höhe über dem Boden, S. 235. — 10) Meteoreisen.

XXI. Apparate zur Darstellung der Beugungserscheinungen. . 238

## Zweites Stück.

I. Der Kopaische See und seine unterirdischen Abzugskanäle; aus einem nächstens erscheinenden Werk: »Griechenland, im neuen das alte«; von P. W. Forchhammer. . . . 241

II. Ueber die hydrographischen Verhältnisse Morea's, besonders über den See Phonia; von Boblaye . . . . . 253

III. Beschreibung eines Apparats zur Hervorbringung eines Luftzugs und einiger damit angestellter Versuche; von C. Brunner. . . . . 264

IV. Bemerkungen über die Polarisation des Lichts durch Spiegelung, besonders an doppeltbrechenden Körpern, nebst einem Auszug aus Hrn. Mac-Cullagh's Abhandlung über denselben Gegenstand; von A. Seebeck. . . . . 276

V. Temperatur der Thiere bei grofser Kälte. . . . . 282

VI. Bemerkungen über die Ursache der Töne, welche die Insekten während des Fliegens hören lassen; von H. Burmeister. . . . . 283

VII. Elektrische Funken vom Zitterrochen; von Linari und Matteucci. . . . . 291

VIII. Ueber die Structur und die chemischen Eigenschaften der thierischen Bestandtheile der Knorpel und Knochen; von J. Müller. . . . . 295

IX. Chemische Untersuchung der Knorpel von Haifischen und Rochen; von R. Marchand. . . . . 353

X. Untersuchung einer hydropischen Flüssigkeit; von Demselben. . . . . 358

Seite

XI. Ueber das Wesen des Verdauungsprocesses; von Th. Schwann. . . . . 358

XII. Ueber das Verhalten des Cyans zum Kadmium und über mehre Doppelcyanüre im Allgemeinen; von C. Rammelsberg. . . . . 364

XIII. Ueber einige Producte der trocknen Destillation; von H. Hefs. . . . . 378

XIV. Ueber die chemische Zusammensetzung des Tennantits; von J. Kudernatsch. . . . . 397

XV. Meteorsteinfall auf ein Schiff. . . . . 402

XVI. Untersuchung eines Jamesonits aus Estremadura; vom Grafen J. Schaffgotsch. . . . . 403

XVII. Neue Schwefelkiesbildung; von J. Nöggerath und G. Bischof. . . . . 407

XVIII. Temperatur in der Tiefe. . . . . 416

XIX. Ueber die Wirkung des Ankers auf Elektromagnete und Stahlmagnete; von G. Magnus. . . . . 417

1) Ueber Zuckungen durch Elektromagnete, S. 417. — 2) Für das Verschwinden des Stroms ist eine Zeit erforderlich, S. 427. — 3) Für das Verschwinden des Magnetismus eines Elektormagneten beim Oeffnen der Kette ist eine Zeit erforderlich, S. 430. — 4) Von der Tragkraft der Elektromagnete bei Umkehrung des Stroms, S. 433. — 5) Die magnetische Intensität nimmt zu durch das Anlegen des Ankers, und bedarf einer Zeit für diese Zunahme, S. 434.

XX. Einige weitere Beobachtungen über das Verhalten des Eisens gegen Salpetersäure; von C. F. Schönbein. . . . 444

XXI. Versuche über die Netzbarkeit der Oberfläche verschiedener Körper; von F. Degen. . . . . 449

XXII. Weitere vorläufige Nachrichten über fossile Infusorien; von C. G. Ehrenberg. . . . . 455

XXIII. Galvanische Combinationen; von W. Delffs. . . . . 464

XXIV. Bestätigung der Dove'schen Windtheorie durch die Ba-

Seite

rometerveränderungen auf der südlichen Halbkugel; von G. Galle. . . . . 472

XXV. Nachtrag zum Aufsatz über die Structur und chemischen Eigenschaften der thierischen Bestandtheile der Knochen und Knorpel; von J. Müller. . . . . 476

XXVI. Vermischte Notizen. 1) Merkwürdige Meeresströme, S. 478. — 2) Gröfste Badhitze für Menschen, S. 479. — 3) Lithion darzustellen, S. 480.

## Drittes Stück.

I. Ueber das Sieden von Gemengen zweier Flüssigkeiten und über das Stofsen solcher Gemenge; von Gustav Magnus. . . . . 481

II. Ueber das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff; von C. F. Schönbein. . . . . 492

III. Beobachtungen über die physische Beschaffenheit des Halley'schen Kometen und dadurch veranlafste Bemerkungen; von F. W. Bessel. . . . . 498

IV. Ueber die Variationen der Bodentemperatur zu Brüssel in verschiedenen Tiefen; von Quetelet. . . . . 531

Theoretische Sätze, die jährlichen Schwankungen der Bodentemperatur betreffend; von Poisson, S. 537.

V. Ueber einen merkwürdigen Blitzschlag; von F. Oswald. 543

VI. Fernere Beobachtungen über die merkwürdigen Sternschnuppenfälle in den letzten fünf Jahren. . . . . 550

## Viertes Stück.

I. Ueber den Zustand, in welchem sich die fossilen Pflanzen befinden, und über den Versteinerungsprocefs insbesondere; von H. R. Göppert. . . . . 561

II. Ueber die Hypothese des widerstehenden Mittels im Weltraum; von J. F. Encke. . . . . 573

Seite

III. Bemerkungen über mögliche Unzulänglichkeit der die Anziehungen allein berücksichtigenden Theorie der Kometen; von F. W. Bessel . . . . . 585

IV. Beobachtungen an artesischen Brunnen, besonders hinsichtlich der Temperatur im Innern der Erde . . . . . 593

V. Einige Beobachtungen über die Bildung des Hagels; von Lecoc . . . . . 606

VI. Ueber die Spuren einer sehr grofsen urweltlichen Fluth; von Sefström . . . . . 614

VII. Ueber die Entwicklung des Schwadens oder Kohlenwasserstoffgases in Steinkohlengruben . . . . . 618

VIII. Einfluſs der Bewaldung auf Quellen und Regen . . . . 622

IX. Bemerkungen über die Abstammung des Bernsteins; von H. R. Göppert . . . . . 624

X. Ueber Eupion. Erwiederung auf die Bemerkungen des Hrn. H. Hefs, von Reichenbach . . . . . 625

XI. Berichtigung, veranlafst durch einen Aufsatz des Hrn. Osann; von J. Plateau . . . . . 626

XII. Vermischte Notizen. 1) Südlicht? S. 627. — 2) Jährliche Regenmengen in Genf und auf dem grofsen St. Bernhard, S. 628.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin, Mai bis August.

## Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. Lyell. Fig. 1, S. 68; Fig. 2, S. 71; Fig. 3, S. 73; Fig. 4, S. 75; Fig. 5, S. 76; Fig. 6, S. 81; Fig. 7 und 8, S. 82; Fig. 9, S. 89; Fig. 10, S. 93; Fig. 11, S. 97; Fig. 12, S. 106; Fig. 13, S. 107; Fig. 14, S. 108.

Taf. II. Forchhammer. S. 241.

Taf. III. Fig. 1 bis 6, Ehrenberg, S. 226. — Fig. 7 bis 9, Burmeister, S. 291.

Taf. IV. Müller, S. 352.

Taf. V. Fig. 1 bis 4, Brunner, S. 265. 268. 269. — Fig. 5, Seebeck, S. 278. — Fig. 6 bis 10, Bessel, S. 501.

1836. ANNALEN No 5.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXVIII.

## I. *Bericht an die Academie der Wissenschaften zu Paris über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Herrn Biot* [1]).

Die Academie hat die Herren Poisson, Arago und mich beauftragt, eine Abhandlung des Hrn. Melloni zu prüfen, welche die Beschreibung und den Gebrauch eines Apparats zur Hervorbringung und zur Messung der beim Durchgange strahlender Wärme auftretenden Erscheinungen enthält. Da dieser Apparat derselbe ist, mittelst dessen Herr Melloni seit einigen Jahren eine so grofse Anzahl schöner und wichtiger Entdeckungen gemacht hat, so hielten wir es für zweckdienlich, alle diese Resultate zu einem Ganzen zu verknüpfen, was denn hier mit Bewilligung des Entdeckers geschehen ist. Die Neuheit dieser Erscheinungen und eben so die unerwartete Allgemeinheit der aus ihnen sich ergebenden physischen Gesetze wird es für unseren Zweck überflüssig machen, die etwanigen früheren Ideen über diese Gegenstände hier anzuführen, und wir werden demnach kein

1) Dieser Bericht, von welchen mir durch die Güte des Herrn v. Humboldt ein besonderer Abzug zu Theil geworden, gehört zum 14. Bande der neuen Denkschriften der Pariser Academie. Er enthält Mehres, was bereits in der im Bd. XXXV dieser Annalen mitgetheilten Abhandlungen des Hrn. Melloni vorkommt, dagegen aber auch so viel, was dort nicht zu finden ist, dafs ich ihn, bei der Wichtigkeit der darin verhandelten Gegenstände, glaubte unverkürzt aufnehmen zu müssen. Die in den letzten Band dieser Annalen eingerückten Aufsätze des Hrn. Melloni's sind übrigens von jüngerem Datum als dieser Bericht. *P.*

geschichtliches Detail vorausschicken. Abgesehen davon dafs es immer etwas gefährlich ist, in einer fortschreitenden Wissenschaft das Verdienst der Entdecker abschätzen zu wollen — was Jeder doch nur innerhalb der Gränzen individueller Ansichten zu thun vermag — so würde es hier unmöglich seyn, eine solche Arbeit zu unternehmen, ehe man nicht alles Neue in den Entdeckungen des Hrn. Melloni kennen gelehrt hätte, und, wann dieſs geschehen, werden die Physiker diese Arbeit leicht selber vornehmen.

Die Beschaffenheit sowohl als die Ausdehnung der Gegenstände, die wir in unsern Bericht aufnehmen müssen, hat uns bestimmt, denselben in zwei Theile zu zerfällen.

In dem ersten werden wir die allgemeine Einrichtung der Apparate, die Art des Experimentirens, die Mittel der Messung und den Grad ihrer Genauigkeit auseinandersetzen, ferner die allgemeinen Resultate dieser Verfahrungsarten sowohl in Betreff der Reflexion der strahlenden Wärme an der Oberfläche von Körpern als auch in Bezug auf die Fähigkeit derselben, das Innere verschiedenartiger Körper, je nach deren Natur und nach der Natur der strahlenden Wärmequelle, zu durchdringen.

Im zweiten Theil werden wir die von Hrn. Melloni angestellten numerischen Messungen der Transmissionen betrachten, die physischen Gesetze, welche die stufenweise Absorption der strahlenden Wärme bei verschiedener Dicke gleich- oder ungleichartiger Körper bedingen, daraus ableiten, und zeigen, wie diese Gesetze in jedem Augenblick die actuelle Beschaffenheit der Wärmefluth (*flux calorifique* [1]), sowohl vor als

1) Wiewohl meines Bedünkens jetzt, da die undulatorische Fortpflanzungsweise der Wärme mehr als sonst grofse Wahrscheinlichkeit hat, der Ausdruck *Wärmefluth* ein unpassender ist, so schien es mir doch zweckmäfsiger darin dem Originale getreu zu bleiben als einen neuen Namen zu bilden, der vielleicht nicht allgemeinen Eingang gefunden hätte. *P.*

nach dem Durchgange, entschleiern. Dann werden wir zur Refraction der Wärme und zur inneren Reflexion derselben übergehen, hierauf zu den gleichfalls von Hrn. Melloni gemessenen Erscheinungen der Wärmestrahlung und Wärmeverschluckung von Oberflächen. Endlich werden wir speciell die Resultate beibringen, welche Hr. Melloni über die Transmission der Sonnenwärme und über das Intensitätsmaximum dieser Wärme im Spectrum erhalten hat, Resultate, welche, wie aufserordentlich und unerwartet sie auch zur Zeit ihrer Entdeckung erschienen seyn mögen, doch nur, nach der sehr richtigen Bemerkung des Hrn. Melloni, nothwendige und sehr einfache Folgen der von ihm bei den Durchgangs-Erscheinungen aufgefundenen allgemeinen Eigenschaften sind.

Die unterzeichneten Commissäre haben alle diese Resultate, was das Allgemeine derselben betrifft, gesehen, und bewährt gefunden, die Messungsmethoden geprüft und sich von ihrer Richtigkeit überzeugt. Einer von ihnen hat sich ausschliefslich mehre Monate lang im Detail mit diesen Versuchen beschäftigt, und es giebt keinen, den er nicht mehrmals mit Hrn. Melloni wiederholt hätte. Die Fortschritte der durch diese Prüfung geweckten Ideen hat uns wünschen lassen, dafs gewisse Eigenschaften des Apparats und gewisse Eigenthümlichkeiten der Wärmefluthen durch specielle Versuche bewährt werden möchten; und Hr. Melloni hat sich auf unsere Aufforderung beeifert dieselben mit der sinnreichsten Sorgfalt und mit einer nicht genug zu lobenden Geduld auszuführen. Diese Untersuchungen erforderten einige nicht kostspielige Apparate, welche Hr. Melloni nicht besafs. Wir haben sie verfertigen lassen und ihm übergeben, um daraus die gewünschten Resultate zu ziehen. Sie werden, nach der Vorlesung unseres Berichts, der Instrumenten-Sammlung der Academie einverleibt werden, und wir hoffen, dafs die Academie die kleine Ausgabe für einen Zweck wie diesen nicht mifsbilligen werde.

Untersuchungen über die strahlende Wärme erfordern nothwendig eine Wärmequelle, deren Ausstrahlung sich sowohl in ihrer Intensität als in ihrer Natur constant erhält, oder durch die Methoden des Experimentirens auf das Aequivalent eines solchen Zustandes zurückgeführt werden kann. Die von Hrn. Melloni angewandten Quellen sind zunächst, für niedere Temperaturen, hohle Metallwürfel, bekleidet auf ihren einzelnen Flächen mit Ueberzügen von verschiedener Natur, und unterhalten durch Flüssigkeiten, die sie füllen, auf einem bekannten Temperaturzustand. Für etwas höhere Temperaturen wendet er Kupfer an, das durch eine Weingeistflamme bis auf etwa 400° C. erhitzt wird, wo es noch vollkommen dunkel bleibt. Aufserdem gebraucht er noch eine Platinspirale, die durch Verbrennung von Weingeist glühend erhalten wird. Als letzte Stufe von künstlicher Wärme bedient er sich einer Locatelli'schen Lampe, die durch ihre sinnreiche Construction, so wie durch die stets gleiche Zubereitung ihres kleinen Dochts eine gröfsere Beständigkeit als jede andere gewährt, wovon wir weiterhin die Beweise beibringen werden.

Wie auch der zur Aufnahme der Strahlung angewandte thermoskopische Körper beschaffen seyn mag, so mufs doch die auf ihn fallende Strahlung bei den verschiedenen Versuchen, die man vergleichen will, immer einerlei Intensität besitzen. Dahin gelangte Hr. Melloni mittelst eines Wechselverfahrens, ähnlich dem von Coulomb bei der Elektricität angewandten, d. h. er nahm zuerst das Resultat $A$, gleich darauf das Resultat $B$, nun wieder unmittelbar hinterher das Resultat $A$, und verglich jetzt das intermediäre Resultat $B$ mit dem Mittel aus den beiden äufseren.

Aufser der Beständigkeit in der Intensität mufs man sich indefs noch der Beständigkeit in der Natur oder Beschaffenheit der von den vier Quellen ausgesandten Wärmefluth versichern. Denn man weifs gegenwärtig, dafs

es sehr verschiedenartige Wärmestrahlungen giebt, welche in der Fähigkeit zur Absorption oder zum Durchgange sehr unähnlich sind. Die Einerleiheit der Wärmefluth wird daher eine unumgängliche Bedingung, um vergleichbare Resultate zu erhalten. Allein ein solcher Zustand von Beständigkeit läfst sich begreiflicherweise, wenn er da ist, nur nachweisen, nicht nach Belieben hervorrufen, wenn er fehlt. Deshalb unterwirft Hr. Melloni die Strahlungen seiner Quelle immer Durchgangsproben, die ihm in jedem Augenblick zeigen, ob die Zusammensetzung dieser Strahlungen constant ist, und nur wenn sie sich constant erweist wendet er sie an.

Die Nothwendigkeit dieser Vorsicht ist aufserordentlich grofs, denn ohne es selbst gesehen zu haben, würde man es nicht glauben, wie ungemein leicht die Qualität der ausgesandten Fluth sich durch anscheinend sehr geringfügige Umstände verändert. Hält man z. B. eine Metallplatte in einigem Abstande über der Flamme der Locatellischen Lampe, so dafs der von ihr aufsteigende Luftstrom auch nur ganz wenig abgeändert, oder ihre Länge auch nur um ein Geringes vergröfsert wird, so findet man nicht blofs die Intensität der Strahlung sogleich ein wenig geändert (was indefs durch die oben angeführte Methode abwechselnder Beobachtungen berichtigt werden kann), sondern auch die Qualität der ausgesandten Fluth wird modificirt, und sie sendet ganz anders gruppirte Strahlen, wie von ganz anderer Natur, in den zu durchdringenden Körper. Diese plötzliche Umwandlung hat noch das Sonderbare, dafs die Fluth dadurch zugleich an Durchgänglichkeit abnimmt und an Menge wächst.

Da endlich die als Wärmequelle angewandte Flamme nothwendig einige Gröfse besitzt, so stellt Hr. Melloni sie in den Brennpunkt eines parabolischen Spiegels, welcher, indem er die Divergenz der ausgesandten Strahlen schwächt, die Wärmefluth vergleichbarer macht mit der, die von einem einzigen unendlich entlegenen Punkt aus-

gestrahlt seyn würde. Diese Vorsichtsmafsregel ist keineswegs überflüssig; denn die Genauigkeit der Versuche ist so grofs, dafs, wenn man die von einem einzigen Punkt divergirend ausgesandte Fluth unmittelbar durch sieben bis acht Millimeter dicke durchsichtige Platten gehen liefse, die Refraction, welche sie im Innern der Platte erlitte, eine Berichtigung nothwendig machen würde, die nicht unmerklich wäre, selbst wenn man den strahlenden Punkt in der Entfernung von einem halben Meter annähme, weil diese Refraction die ursprüngliche Divergenz der Strahlen vermindert, und dadurch die Quelle um eine kleine Gröfse optisch nähert.

Die eben beschriebenen Vorkehrungen bewirken also, dafs jede Reihe von Versuchen Resultate giebt, die sämmtlich einem gleichen constanten Zustand von Intensität und Beschaffenheit der Wärmefluth entsprechen, also vergleichbar sind. Allein hier ist es nöthig eine Bemerkung von äufserster Wichtigkeit zu machen, die nämlich, dafs vermöge der physischen Beschaffenheit des als Wärmequelle angewandten Körpers die so ausgesandte und zur Säule durchgelassene Fluth niemals einfach noch homogen ist, sondern nothwendig und immer aus einer mehr oder weniger beträchtlichen Anzahl partieller Fluthen besteht, die an Intensität und Qualität von einander verschieden sind. Denn wendet man z. B. die Flamme einer Locatellischen Lampe an, so sendet das Untere und das Obere dieser Flamme Wärmebündel (*filets calorifiques*) aus, die an Durchgänglichkeit sehr von einander abweichen; die von unten sind, wie Hr. Melloni sich durch Versuche überzeugt, verhältnifsmäfsig weit verschluckbarer. Die Wärmestrahlen aus den vorderen und hinteren Theilen der Flamme werden ebenfalls, bevor sie zur Säule gelangen, verschiedenartig abgeändert, indem die hinteren die Flamme durchdringen müssen, die vorderen aber unmittelbar zur Säule gelangen. Auch der parabolische Reflector, der zur Schwächung der Divergenz der Strahlen

und zur Verdichtung ihrer Kraft hinter der Flamme aufgestellt ist, erwärmt sich, und sendet Strahlen aus, die von denen der Flamme verschieden sind.

Die Fluth, welche durch die Diaphragmen zu der Säule gelangt, ist die Summe dieser partiellen Fluthen, und der Eindruck, welchen letztere empfängt, ist die Summe ihrer Actionen. Unter diesen wäre ohne Zweifel die eigene Strahlung des Metallreflectors, wegen ihrer eigenthümlichen Absorption, die lästigste und störendste. Allein glücklicherweise ist, bei den Entfernungen, welche Hr. Melloni anwendet, wie derselbe sich durch Auslöschen der Lampe überzeugt hat, die Wirkung dieser Strahlung unmerklich, weil sie nämlich wegen ihrer nothwendig sphärischen Ausbreitung nur in einem sehr kleinen Verhältnifs durch die Diaphragmen zu der kleinen Fläche der thermoskopischen Säule gelangen kann. Was die anderen, von der heterogenen Beschaffenheit der Fluth herrührenden, ungleichen Wirkungen betrifft, so können sie durch geschickte Art des Experimentirens nur bis auf gewisse Gränzen geschwächt werden; allein da sie mit dem Act der Erzeugung der Flamme innigst zusammenhängen, so lassen sie sich nicht gänzlich aufheben. Wendet man z. B. eine glühende Platinspirale an, so bekommt man, da die Spirale unten immer lebhafter glüht als oben, eine umgekehrte Ordnung in der Temperatur wie bei der Flamme, folglich eine eben so umgekehrte Vertheilung der Wärmebündel (*filets*). Gebraucht man endlich als Wärmequelle eine gekrümmte Metallplatte, die von unten durch eine Weingeistflamme erhitzt wird, so ist es höchst unwahrscheinlich, dafs alle Theile dieser Platte genau die nämliche Temperatur besitzen, und ihre Temperatur-Ungleichheit bedingt eine Verschiedenartigkeit in der Strahlung.

Diese unvermeidliche Zusammengesetztheit der Wärmefluthen zieht zwei Folgerungen nach sich, die man niemals aus dem Auge verlieren mufs. Die erste ist: dafs,

wenn man Durchgänge durch verschiedene Dicken einer nämlichen Substanz studirt, und deren Gesetze construirt oder berechnet, um die Eigenthümlichkeiten der Wärmestrahlen, welche diese Transmissionen erfahren, aufzufinden, man immer ihrer ursprünglichen Verschiedenartigkeit eingedenk seyn mufs; und dafs, wenn man in den durchgelassenen Wärmemengen den Ausdruck einer ungleichen Durchgänglichkeit wahrnimmt, was immer der Fall ist, man immer sorgfältig unterscheiden mufs, was in dieser Wirkung dem ursprünglichen Zustand der ausgesandten Fluth angehört, und was von den neuen Modificationen, welche sie vermöge der Wirkung der durchgedrungenen Platten etwa erfahren hat, herrührt. Wir beeilen uns, hier hinzuzufügen, dafs Hr. Melloni diese ursprüngliche Ungleichartigkeit bei allen seinen Versuchen dadurch möglichst geschwächt hat, dafs er diejenigen Theile der Wärmequelle, von welcher die Säule Strahlen empfangen kann, durch Anwendung von Diaphragmen beschränkt.

Die zweite der eben bezeichneten Folgerungen ist die, dafs glücklicherweise Hr. Melloni sehr verständig alle seine Versuche auf die senkrechte Incidenz eingeschränkt hat. Denn aufser den Intensitätsvariationen, die durch die geringsten Neigungsveränderungen der schiefen Platten nothwendig in die Resultate eingeführt worden wären, würde die Richtung, in welcher er sie gegen die heterogene Fluth geneigt hätte, die Reflexion dieser oder jener Art Wärmestrahlen der von den Diaphragmen durchgelassenen Pyramide begünstigt, und dadurch unvermeidlich complementäre Intensitätsunterschiede in den Transmissionen herbeigeführt haben. Und wenn man diese Ungleichheiten den Eigenthümlichkeiten der Strahlen zugeschrieben, ohne vorher den von der heterogenen Beschaffenheit der einfallenden Pyramide unvermeidlich herrührenden Theil davon abgesondert zu haben, so hätte man ihnen leicht Modificationen beilegen können, die sie in Wirklichkeit nicht besafsen.

Wir müssen jetzt vom thermoskopischen Körper sprechen, der den Eindruck der strahlenden Fluth auffängt. Bei Hrn. Melloni's Versuchen ist dieser Körper eine ganz kleine thermo-elektrische Säule, bestehend aus 25 Paaren Wismuth- und Antimonstäben, die an einandergelöthet und gebogen sind, so dafs sie ein kleines Parallelepipedum bilden, das blofs mit seinen beiden Enden, die mit einer dünnen Schicht Kienrufs überzogen sind, den Eindruck der Strahlen aufnimmt. Zwei Metalldrähte, die von den Enden dieser Kette ausgehen, bilden die zahlreichen Windungen eines Galvanometers, in dessen Mitte, an einem einfachen Coconfaden hängend, ein astatisches System schwebt, gebildet aus zwei kleinen, in umgekehrter Lage parallel gestellten Magnetnadeln von möglichst gleicher Stärke. Die kleine Säule ist mit einer ihrer Grundflächen gegen die strahlende Fluth gerichtet, vor welcher sie anfangs durch einen Metallschirm geschützt wird. Alsdann ruht die Magnetnadel des Galvanometers im magnetischen Meridian, in welchem zuvor der Nullpunkt der Kreistheilung durch hergestellte Coincidenz mit der Nadel eingestellt worden ist. Sobald man den Metallschirm niederläfst, empfängt die Säule den Eindruck der strahlenden Fluth, welche, da sie blofs auf Eine ihrer Grundflächen wirkt, den Draht des Galvanometers augenblicklich magnetisch macht. Die Nadel wird alsdann vom Nullpunkt der Theilung abgetrieben, und bleibt, nach einigen Oscillationen, in einem gewissen Winkelabstande stehen. Diese Ablenkung mifst, wie man sogleich sehen wird, die Wärmestrahlung, die unter den gegebenen Umständen von der Säule aufgefangen wird [1]).

Allein um diese Resultate zu erhalten, erfordert die Einrichtung des Apparats gewisse unerläfsliche Bedingungen, die so empfindlich sind, dafs es sehr leicht seyn würde, aus schlechten Versuchen, oder vielmehr aus

1) Man sehe die Abbildung dieses Apparats auf Taf. III Fig. 4 Bd. XXXV dieser Annalen. R

schlechten Messungen richtige Resultate zu ziehen. Zuvörderst mufs die thermo-elektrische Säule, wie die des Herrn Melloni, an den Seiten eingehüllt seyn in ein hohles Prisma von polirtem Metall, welches jede andere Strahlung, als die der Quelle, von ihr abhält, und sie nur die durch die Diaphragmen gegangenen Strahlen sehen läfst. Und dann mufs, wie ebenfalls Hr. Melloni sehr richtig bemerkt, die Anordnung der Stäbe an beiden Grundflächen der Säule symmetrisch seyn; denn wiewohl nur eine auf die strahlende Quelle gerichtet ist, sind doch beide noch überdiefs zugleich dem Contact der umgebenden Luft ausgesetzt, und, wie wenig diese auch ihre Temperatur verändern möge, bewirkt doch, sobald die Säule nicht symmetrisch ist an beiden Grundflächen, die Ungleichheit des Eindrucks unvermeidlich eine entsprechende Erregung von Magnetismus in dem Galvanometer, und so werden dann die Wirkungen der Wärmequelle, die man rein messen wollte, durch diesen fremden Einfluſs verfälscht. Und selbst wenn die Säule symmetrisch ist, mufs man sich wohl hüten, in der Nähe die Luft in Bewegung zu setzen; denn da dieſs nie geschehen kann, ohne nicht einen gewissen unsymmetrischen Eindruck auf die beiden Grundflächen der Säule hervorzubringen, so wird dadurch temporär ebenfalls eine magnetische Wirkung veranlafst, die mit den der Quelle eigenthümlichen Wirkungen, welche man messen wollte, nichts zu schaffen hat.

Jetzt müssen wir die Wirkungen des Galvanometers betrachten, und daraus die entsprechenden Intensitäten der sie erzeugenden Wärmefluth herleiten. Wenn die Nadel abgelenkt worden ist, und nach einigen Oscillationen eine gewisse Gleichgewichtsstellung angenommen hat, mufs die magnetische Kraft, welche sie in dieser erhält, nothwendig gleich seyn der Kraft, die der Erdmagnetismus in entgegengesetzter Richtung ausübt, um sie auf ihren Ruhepunkt zurückzuführen. Die ablenkende Kraft

ist also, wie die erdmagnetische Kraft, proportional dem Sinus der Ablenkung. Allein dieser Sinus hat nur eine sehr entfernte Beziehung zu der Intensität der Wärmequelle, und da diese Beziehung von der Construction des Galvanometers abhängt, so ist es ganz unmöglich sie anders als durch Beobachtung zu bestimmen. Bei den von Hrn. Melloni angewandten Galvanometern sind die Drahtwindungen zu beiden Seiten der Nadel in zwei parallele Bündel vertheilt, die beide der Ruhelinie der Nadel in ihrem Meridian parallel sind. Daraus folgt, dafs diese Galvanometerbündel nahe bei dieser Ruhelinie fast so auf die Nadeln wirken, wie wenn sie aus unendlich langen Drähten beständen. Daher sind die kleinen Ablenkungen der Magnetnadel nothwendig proportional den absoluten Gröfsen der von der Säule in dem Leitdraht entwickelten magnetischen Kraft; und ferner sind diese kleinen Ablenkungen, wie Hr. Melloni beweist, auch proportional den Temperatur-Erhöhungen, welche die auf die strahlende Quelle gerichtete Grundfläche der Säule erfährt. Wir glauben, dafs es leicht seyn würde, Galvanometer zu construiren, bei denen diese Proportionalität zwischen den Ablenkungen und Wärme-Eindrücken sich noch viel weiter erstreckte, und dahin würde man wahrscheinlich gelangen, wenn man die Windungen des Drahts symmetrisch zu beiden Seiten der Nadel vertheilte, so dafs sie diefs- und jenseits einen gröfseren Bogen einnähmen, statt sie, wie man bis jetzt gethan, in zwei parallele Bündel zu concentriren. Bei dieser Einrichtung mufs die Magnetnadel, wenn sie einmal bis zu einem gewissen Abstand von der centralen Axe abgelenkt worden ist, von Seiten der beiden Drahtbündel Wirkungen erleiden, deren Verhältnifs zu den Eindrücken auf die Säule ein ganz anderes ist, so dafs im Allgemeinen unter solchen Umständen ein doppelter, dreifacher oder vierfacher Wärme-Eindruck bei weiten nicht durch eine proportionale Zahl von Graden vorgestellt wird. Auch wählte

Hr. Melloni die Intensitäten oder die Entfernungen der Wärmequellen sorgfältig immer so, dafs er stets nur Ablenkungen kleiner als 35° zu vergleichen hatte; und selbst innerhalb dieser Gränzen hütet er sich wohl die beobachteten Ablenkungen hierbei als proportional den sie erzeugenden Wärme-Eindrücken anzunehmen. Er hat die Verhältnisse, die bei seinem Galvanometer zwischen dieser Ursache und dieser Wirkung vorhanden sind, experimentell bestimmt, und ist dazu durch zwei verschiedene, in seiner Abhandlung beschriebene Methoden gelangt.

Die erste besteht darin, dafs er die beiden Grundflächen der Säule, während auf sie gleichzeitig zwei Quellen entgegengesetzt einwirken, in Temperatur-Gleichgewicht setzt. Die Ablenkungen sind demnach so regulirt, dafs die Galvanometernadel unter dieser zweifachen Einwirkung sich auf die Ruhelinie stellt; dann wird eine der beiden Entfernungen ein ganz wenig geändert, um eine geringe Ablenkung, z. B. von fünf bis sechs Grad, zu erhalten. Dieſs ist demnach, für diesen Fall, der Intensitäts-Unterschied beider Quellen, gemessen durch Bogen nahe der Ruhelinie; nun beobachtet er die Ablenkung, welche die zweite für sich bewirkt; darauf verdeckt er die zweite, und beobachtet eben so die isolirte Wirkung der ersten. Der Unterschied der unter beiden Umständen beobachteten Ablenkungen drückt ebenfalls den Unterschied der Wärme-Intensitäten beider Quellen aus; allein dieſsmal ist er ausgedrückt auf einem von der Ruhelinie entfernten Theil der Kreistheilung. Man erfährt also durch diesen Versuch die Reductionen, welche vollzogen werden müssen, um grofse Ablenkungen mit kleinen vergleichbar zu machen. Diese Probe, sorgfältig wiederholt, wie es von Hrn. Melloni geschehen ist, bei allen Amplituden, bis zu welchen man die beobachteten Ablenkungen ausdehnen will, giebt eine Reductionstafel, mit-

telst deren man immer dahin gelangt, sie in numerischen Abtheilungen von gleichem Werth auszudrücken.

Zu demselben Resultat ist Hr. Melloni noch durch ein anderes Verfahren gelangt, dafs, obwohl indirect, nicht weniger genau als das eben beschriebene ist. Nachdem er durch die unmittelbare Strahlung einer gegebenen Quelle eine kleine Ablenkung von z. B. zehn Graden hervorgebracht, stellt er in die Bahn der Strahlen eine Tafel von Glas oder irgend einer andern durchsichtigen Substanz, welche diese Ablenkung in einem gewissen Verhältnisse schwächt, z. B. auf fünf Grade zurückführt. Nimmt man an, dafs innerhalb dieser begränzten Ordnung von Amplituden die Ablenkungen den Intensitäten der Eindrücke auf die Säule proportional seyen, so ständen also die beiden Kräfte, die directe und die indirecte, in dem Verhältnifs 2 : 1. Nun nähere man die Säule, so dafs der daraus erfolgende stärkere Wärme-Eindruck eine Ablenkung von 30° bewirke. Schaltet man nun wieder die Glastafel ein, so wird die Ablenkung auf einen geringeren Werth herabsinken, welcher 15° betragen wird, falls die Proportionalität zwischen den Ablenkungen und den Kräften sich bis zu dieser Gröfse von Amplitude erstreckt. Nun aber zeigt sich allgemein durch den Versuch, dafs diese Beständigkeit des Verhältnisses nicht ganz stattfindet; und die Reduction, die daraus hervorgeht, um grofse Ablenkungen mit kleinen vergleichbar zu machen, ergiebt sich, für jeden Punkt der Theilung, genau der gleich, welche die andere, auf directe und entgegengesetzte Wirkung zweier Säulen gegründete Methode angiebt.

Auf unsere Bitte hat Hr. Melloni sogar ermittelt, dafs die so erhaltene Tafel sich gleich bleibt, von welcher Natur auch die zur Bestimmung der Verhältnisse angewandte Wärmequelle seyn mag. Man kann sich schwerlich vorstellen, wie viele Sorgfalt bei experimenteller Ent-

werfung dieser Reductionstafeln angewandt werden mufs. Denn wiewohl man immer für verschiedene Ablenkungen eine gewisse Allgemeinheit in dem Gang der Resultate auffindet, so darf man doch nicht, beim Uebergang von einem Theilpunkt zum andern, eine Gleichförmigkeit und selbst nicht eine Regelmäfsigkeit erwarten; weil, wie uns Hr. Melloni gezeigt hat, die kleinste Unregelmäfsigkeit in der Stellung der Drahtwindungen gegen diesen oder jenen Theilpunkt, sogleich eine Unregelmäfsigkeit gleichen Betrages in dem relativen Werth der entsprechenden Ablenkungen nach sich zieht. Mifst man aber die Wirkungen dieser Verschiedenartigkeiten durch das locale Experiment, wie wir eben gesagt, bildet darnach Reductionstafeln und wendet diese alsdann auf alle beobachteten Resultate an, so befreit man sich von dem Einflufs dieser Unregelmäfsigkeiten, und alle Berechnungen finden sich reducirt auf vergleichbare Glieder; wovon man sich hernach durch die fast unglaubliche Regelmäfsigkeit der erhaltenen Zahlen überzeugen kann.

Diesen Vorsichtsmafsregeln, welche ein oberflächlicher Geist für minutiös halten könnte, welche aber alleinig die Genauigkeit der Resultate verbürgen, hat Herr Melloni ein practisches Verfahren hinzugefügt, welches zur Abkürzung der nothwendigen Dauer der Beobachtungen ungemein nützlich ist, ohne im Geringsten der Strenge der Messung etwas zu rauben. Durch Vergleichung einer jeden stabilen Ablenkung mit dem ihr vorangehenden Excursionsmaximum hat er gefunden, dafs das Verhältnifs beider von Punkt zu Punkt auf der Kreistheilung verschieden ist, aber genau constant für jeden Punkt, und diefs zwar für jegliche Natur der Wärmequelle, durch welche dieser Impuls und diese Ablenkung erzeugt wurden. Demgemäfs hat er dieses Verhältnifs für jeden Theilpunkt innerhalb der ganzen von ihm angewandten Amplitude gemessen, und darnach eine Tafel entworfen, die also rein experimentell ist. Bei jeder späteren Beobach-

tung brauchte er demnach nur die durch den ersten Impuls bewirkte gröfste Ausweichung zu beobachten; dann konnte er mit Hülfe seiner Tafeln erstlich die entsprechende stabile Ablenkung bestimmen, und hierauf den Proportionalwerth dieser stabilen Ablenkung in Function kleiner, dem Nullpunkt der Theilung nahe liegender Bogen ausdrücken. Dadurch gewann er zuvörderst Zeit, viel Zeit, weil bei jeder Beobachtung mehre Minuten verflieſsen, ehe die Nadel zum Stillstand kommt. Allein, was weit wesentlicher ist, er konnte auf diese Weise mit einer und derselben Wärmequelle successiv in weit weniger aus einander liegenden Momenten experimentiren, und dieſs trägt sehr viel dazu bei, den Einfluſs der kleinen Veränderungen, die in der physischen Beschaffenheit dieser Quelle etwa fortschreitend eintreten mögen, zu schwächen und weniger gefährlich zu machen. In dem Act der Ablenkung selbst giebt es eine Eigenthümlichkeit, welche Hr. Melloni gescheidterweise wahrgenommen hat. Im Augenblick, da man die Schirme zurückschlägt, setzt sich die Nadel in Bewegung, anfangs langsam, darauf schneller, dann noch schneller, bis sie endlich durch eine stete Fortschreitung, nicht durch einen plötzlichen Sprung, auf das Maximum ihrer Ausweichung gelangt. Dieſs Maximum erreicht sie nun immer in einer gleichen Zeit, die Ausweichung mag groſs oder klein seyn, die Wärmequelle direct oder durch eingespaltene Schirme von irgend einer Natur auf sie einwirken. Daraus folgt offenbar, daſs die Zeit des Durchgangs der Strahlen durch die Platten ganz unmeſsbar ist; allein überdieſs deutet der allmälig und nicht stoſsweiſs beschleunigte Gang der Nadel auf einen ähnlichen Gang in der Anhäufung der Eindrücke, welche die Strahlung der Quelle auf dieselbe ausübt. Das Studium dieses Details kann nützlich seyn zur Erläuterung der Weise, wie unter diesen Umständen, durch die Temperatur angeregt, Magnetismus entwickelt wird.

Wir verweilten bei diesen Einzelheiten, weil man, abgesehen von den vorhin angeführten Vorsichtsmafsregeln, nur allein durch ihre Beachtung vergleichbare und zuverlässige numerische Resultate mit dem Apparate erhalten kann. Wir fühlen uns glücklich, sagen zu können, dafs die, welche, freilich aus dem Mittel zahlreicher Messungen abgeleitet, Hr. Melloni uns vorgelegt, durch diese Verfahrungsarten einen Grad von Genauigkeit erreicht haben, von dem es unmöglich ist sich eine Idee zu machen, wenigstens wenn man nicht selbst versucht hat sie numerisch mit einander zu verknüpfen.

Nach diesem Vertrauen, welches die Resultate des Hrn. Melloni uns eingeflöfst haben, schienen uns dieselben es zu verdienen, dafs man ihre Proportionalität mit den durch die Wärmefluthen in der Säule entwickelten Temperaturerhöhungen und dann die Proportionalität dieser Eindrücke mit der Intensität der Wärmefluth, gemessen durch die gewöhnlichen thermoskopischen Wirkungen, aufser allen Zweifel setze. Um die erste dieser Aufgaben zu lösen, hat Hr. Melloni zunächst zu beweisen gesucht, dafs die den Polen seiner Säule durch einen unmittelbaren Contact mitgetheilten Temperaturunterschiede reducirte Ablenkungen in dem Galvanometer hervorbringen, die genau den so eingeprägten Temperaturunterschieden proportional sind. Zu diesem Behufe construirte derselbe eine thermo-elektrische Kette mit gekrümmten Enden, und im Uebrigen ganz ähnlich denen, die er für gewöhnlich bei seinem Apparate anwendet. Nur construirte er sie blofs aus zwei Metallstäben, von Antimon und Wismuth, mit Ablenkungsdrähten, die in den Galvanometer geleitet waren. Allein, ungeachtet dieser grofsen Reduction in der Anzahl der Elemente, würde jeder mit den gewöhnlichen Thermometern wahrnehmbare Temperaturunterschied einen Eindruck auf diese Säule gemacht haben, der, wenn man ihn direct auf das Galvanometer hätte einwirken lassen, viel zu grofs für die Empfindlichkeit

keit dieses Instruments gewesen wäre; deshalb mufste Hr. Melloni diesen Temperaturunterschied ungeheuer schwächen, ehe er ihn zur Säule gelangen liefs, und diefs bewirkte er, indem er ihn zwang einen Bogen von sehr feinem Eisendraht zu durchlaufen. Hierauf tauchte er die beiden Pole der Säule in Flüssigkeiten von verschiedenen und bekannten Temperaturen, erstlich nach einander und dann zugleich. In dem einen Fall wie in dem andern waren die Ablenkungen der Magnetnadel, nachdem sie durch die Reductionstafel auf vergleichbare Werthe zurückgeführt worden, genau proportional den Temperaturunterschieden, welche die Säule unmittelbar empfangen hatte. Fast überflüssig ist es hinzuzufügen, dafs bei diesen Versuchen, zu dessen Zeugen Hr. Melloni uns gemacht hat, die zur Messung der Temperaturen angewandten Thermometer eben so empfindlich als genau in ihren Anzeigen waren. Es blieb nur noch zu erweisen, dafs der Eindruck, welchen die Grundflächen der Säulen durch die Wirkung einer strahlenden Wärmequelle aus der Ferne her empfangen, zu der von dieser Quelle ausgesandten Wärmemenge dieselbe Proportionalität besitze, welche wir so eben bei der Mittheilung durch den Contact beobachteten. Mit anderen Worten, es handelte sich darum zu wissen, ob der Eindruck, welchen die Säule vermöge der Absorption der zu ihr gelangenden Strahlung erfährt, identisch sey mit der thermoskopischen Absorption, welche in gasigen, flüssigen oder starren Körpern Ausdehnungen bewirkt. Wie wahrscheinlich diese Identität auch seyn mochte, da die physischen Ursachen, welche sie erzeugen, die nämlichen sind, so haben wir es doch für unumgänglich gehalten, sie zu erweisen. Zu dem Ende haben wir von dem geschickten Künstler Bunsen ein Luft-Differentialthermometer verfertigen lassen, das statt der gewöhnlichen Glaskugeln zwei kleine kubische Gefäfse aus dünnen, auswendig polirten und inwendig mit Kienrufs geschwärzten

Metallblech besafs. Diese beiden Behälter hatten genau denselben Querschnitt wie die Säule des Hrn. Melloni; sie waren, wie diese, eingehüllt in ein quadratisches metallisches Besteck, welches sie nicht berührte, und endlich waren auch ihre beiden frei liegenden Flächen, wie die Säule, auswendig geschwärzt, um die Absorption der auf sie fallenden Wärmefluth zu erleichtern. Die centrale Axe dieses kleinen Thermoskops bildete ein Stift, der in das Gestell der Säule eingesteckt, und demnach Punkt für Punkt statt ihrer angewandt werden konnte. Nach diesen Vorbereitungen setzte Hr. Melloni die Säule in Gleichgewicht zwischen den entgegengesetzten Wirkungen zweier Wärmequellen von verschiedener Natur, deren Intensitäten durch Veränderung des Abstandes geregelt werden konnten, um so ein vollständiges Gleichgewicht zwischen den Eindrücken auf die beiden Seiten der Säule herzustellen, die Magnetnadel also auf den Nullpunkt der Theilung zurückzuführen und daselbst zu erhalten. Nachdem diese Gleichheit erhalten worden, wurden die Wärmequellen durch Schirme verdeckt. Es wurde die Säule fortgenommen, und statt ihrer das Thermoskop hingestellt, um zu sehen, ob dieselbe Gleichheit der Wirkung auch bei diesem stattfinden werde. Da es aber, ungeachtet aller getroffenen Sorgfalt, das Thermoskop und die Säule identisch in ihren Dimensionen zu machen, nicht zu erwarten stand, dafs diese Identität in aller Strenge erreicht sey, so entblöfste Hr. Melloni anfangs blofs eine der beiden Quellen, die demnach allein auf eins der beiden Behälter ausstrahlte. Ihre durch den Behälter zum innern Gase fortgepflanzte Einwirkung trieb den Index nach dem andern Schenkel hin. Als er endlich zur Ruhe gekommen war, verdeckte Hr. Melloni die Quelle durch ihren Schirm, liefs nun das Thermoskop eine halbe Umdrehung um seine verticale Axe machen, so dafs derjenige Schenkel, der anfangs auf die erste Quelle gerichtet war, jetzt der zweiten zugewandt

wurde. Nun schlug er den Schirm dieser Quelle zurück, welche dann auf denselben Behälter genau so wirkte wie es die erste gethan und genau unter denselben Umständen. Der Index wich zurück, wie er es zuvor gethan und blieb genau auf demselben Gleichgewichtspunkt stehen. Daraus mufste man schliefsen, dafs die von den beiden Quellen ausgesandten Wärmestrahlungen, wie verschieden sie auch in ihrer Natur seyn mochten, nachdem sie für die Säule auf eine gleiche Intensität zurückgeführt worden, auch gleiche Stärke hatten für das Thermoskop, um das darin enthaltene Gas auszudehnen; und dafs folglich die beiden Mittheilungsarten, die sich übrigens, die eine wie die andere, auf das Absorptionsvermögen gründeten, identisch und gleichwerthig waren.

Hr. Melloni hatte auch noch eine andere, anscheinend leichtere und directere Probe dieser Art erdacht und angewandt. Sie bestand darin, dafs er einen hohlen Würfel von dünnem Metallblech, gefüllt mit einer heifsen Flüssigkeit, mittelst einer seiner Wände, die äufserlich mit Kienrufs geschwärzt war, auf die Säule ausstrahlen liefs; die Temperatur der Flüssigkeit, die freiwillig erkalten gelassen wurde, gaben eingetauchte Thermometer für jeden Augenblick an. Was man aber nicht erwartet hatte, jedoch aus den übrigen Versuchen des Hrn. Melloni hätte voraussehen können: es fand sich, dafs die Intensität der von der geschwärzten Oberfläche auf die Säule ausgesandten Strahlung kein constantes Verhältnifs hatte zu dem jedesmaligen Ueberschufs der Temperatur der innern Flüssigkeit über die der umgebenden Luft. Diefs zeigt die nachstehende Tafel, in der, wie bei allen folgenden Versuchen, die Temperaturen in Graden des hunderttheiligen Thermometers angegeben sind:

| Temper. d. Wassers im Metallgefäfs. | Ueberschufs der Temp. des Wass. üb. die d. Luft. | Wärmekraft d. geschwärzt. Fläche, ausgeübt auf die Säule. | Temper. des Wassers im Metallgefäfs. | Ueberschufs der Temp. des Wass. üb. die d. Luft. | Wärmekraft d. geschwärzt. Fläche, ausgeübt auf die Säule. |
|---|---|---|---|---|---|
| 100° | 75° | 35°,58 | 60° | 35° | 12°,21 |
| 94 | 69 | 30 ,81 | 55 | 30 | 9 ,85 |
| 90 | 65 | 28 ,25 | 50 | 25 | 7 ,75 |
| 85 | 60 | 25 ,23 | 45 | 20 | 5 ,34 |
| 80 | 55 | 22 ,40 | 40 | 15 | 3 ,60 |
| 75 | 50 | 19 ,68 | 35 | 10 | 2 ,05 |
| 70 | 45 | 17 ,01 | 30 | 5 | 0 ,92 |
| 65 | 40 | 14 ,45 | | | |

Nimmt man folgweise jedes Glied der dritten und sechsten Kolumne, und berechnet sein Verhältnifs mit dem entsprechenden der zweiten und vierten Kolumne, so findet man, dafs dieses, in dem Maafse als die Temperatur sinkt, immer abnimmt. So ist bei 100° diefs Verhältnifs $\frac{35,58}{75}$ oder 0,4577; bei 75° ist es nur $\frac{19,68}{50}$ oder 0,3936; und bei 45° nur noch $\frac{5,34}{20}$ oder 0,267. Da nun alle übrigen Versuche zeigen, dafs die Eindrücke auf die Säule proportional sind der Intensität der strahlenden Wärmekräfte, so mufste man offenbar schliefsen, dafs hier die ausstrahlende Fläche, nämlich die Oberfläche der geschwärzten dünnen Wand des Gefäfses durch das Metall hin von der inneren Flüssigkeit Wärmemengen empfing, die in dem Maafse geringer waren als die Temperatur abnahm; wie wenn, bei diesen niederen Graden der Thermometerskale, eben so wie bei den höheren, die Wärmefluth allmälige Aenderungen ihrer Natur erführe, wodurch sie an Durchgänglichkeit durch das Metall merklich verlöre, in dem Maafse als ihre Quelle eine niedrigere Temperatur erlangte. Diese unausgesetzten Veränderungen hat Hr. Melloni, wiewohl sie ganz der Analogie entsprechen, für diese niederen Temperatu-

ren noch unmittelbar nachgewiesen, indem er die nämliche Strahlung senkrecht durch ein dünnes Glimmerblättchen gehen liefs, und die Intensität der durchgelassenen Fluth mit der der directen verglich. Der Durchlafs zeigte sich geschwächt in dem Maafse als die Temperatur niedriger war, und der Fortschritt dieser Schwächung war merklich bis zu Kältemischungen. Damit es endlich vollends klar würde, dafs die Schwächung von einer Veränderung in der Natur der Strahlung und nicht von einem zufälligen Fehler herrührte, beobachtete Hr. Melloni zugleich den Durchgang derselben Fluth durch eine wohlpolirte Platte von Steinsalz, einer Substanz, die alle Gattungen von Wärmestrahlen gleich gut durchläfst. Bei dieser blieb das Verhältnifs des Durchlasses constant, nämlich 0,923 der einfallenden Wärme, wie niedrig auch die Temperatur der Flüssigkeit im Moment der Beobachtung seyn mochte.

Folgende Tafel enthält die Resultate:

| | | Von 100 einfallenden Strahlen wurden zur Säule durchgelassen von | |
|---|---|---|---|
| | | dem Glimmerblättchen. | der polirten und reinen Steinsalzplatte. |
| Gefäfs von dünnem Metallblech gefüllt mit Wasser von: | 100° | 32,15 | 92,2 |
| | 96 | 27,92 | 92,3 |
| | 64 | 20,62 | 92,0 |
| | 50 | 19,65 | 92,2 |
| Schmelzende Eismasse, entblöfst | | 17,50 | 92,0 |
| Geschwärztes Metallgefäfs, mit einem Gemisch von gestofsenem Eis und Salz bei —18° | | 15,41 | 92,2 |

Fast überflüssig ist wohl die Bemerkung, dafs bei den beiden letzten Versuchen die Säule stärker gegen den vor ihr aufgestellten Körper ausstrahlte, als dieser gegen jene, und dafs daher die Galvanometernadel nach

entgegengesetzter Seite abwich wie bei den ersteren Versuchen, wo der Temperaturüberschufs im umgekehrten Sinne stattfand. Was die Beständigkeit des Durchlasses der Platte von Steinsalz betrifft, so wird man weiterhin ersehen, wie sie daraus erfolgt, dafs diese Substanz alle Arten von Wärmestrahlen in einem so schwachen Grade absorbirt, dafs sie bei allen Dicken, in den man sie anwenden kann, nur diejenige Schwächung merkbar ausübt, welche aus den beiden Reflexionen an der Vorder- und Hinterfläche erfolgt.

Nachdem wir die Apparate des Hrn. Melloni geprüft, seine Beobachtungsmittel abgeschätzt und die Genauigkeit der damit zu erhaltenden Messungen bestätigt haben, wollen wir zur experimentalen Anwendung derselben übergehen.

Nachdem die thermoskopische Säule auf ihrem Gestell befestigt ist, mit ihren Grundflächen geschützt durch doppelte Schirme von polirtem Metall, stellt man in der Verlängerung ihrer Axe die strahlende Quelle auf, die man auf die Säule wirken lassen will. Nachdem man durch Probiren die Richtung und die Entfernung ermittelt hat, welche nöthig sind, um Ablenkungen zu erhalten, die innerhalb der von der Reductionstafel umfafsten Gränzen liegen, richtet man die die Säule schützenden Schirme wieder auf, und wartet bis die Galvanometernadel auf dem Nullpunkt der Theilung zur Ruhe gekommen ist, welcher Punkt natürlich kurz vorher so gestellt seyn mufs, dafs dieis möglich seyn kann.

Nachdem diese Ruhe erlangt ist, schlägt man die Schirme zurück. Sogleich gelangt die Strahlung zur Säule, lenkt die Nadel ab, und treibt sie, nicht plötzlich, sondern allmälig, bis zu einem gewissen Maximum, welches man beobachtet, um es mittelst der zuvor entworfenen Reductionstafeln in eine stabile Ablenkung umzuwandeln. Ohne diese Stabilität abzuwarten, richtet man demnach,

so wie das Maximum der Ablenkung eingetreten ist, die Schirme wieder auf.

Die durch Rechnung erhaltene stabile Ablenkung bedarf einer zweiten Reduction, durch gleichfalls im voraus entworfene Tafeln zu vollziehen, um aus den verschiedenen Amplituden die entsprechenden Wärme-Eindrücke herzuleiten. Diese, von der Säule aufgenommenen Eindrücke sind proportional der Temperatur-Erhöhung derjenigen ihrer Flächen, welche auf die strahlende Quelle gerichtet ist, folglich proportional der absoluten Wärmemenge, welche die Quelle, unter den bei der Beobachtung stattfindenden Umständen der Beschaffenheit und der Entfernung, auf die Säule ausstrahlt. So reducirt, werden die Maxima der Ablenkungen direct mit einander vergleichbare Wärmekräfte, und mit diesem Namen belegt Hr. Melloni dieselben auch. Nachdem die Intensität des directen Durchlasses auf diese Weise gemessen worden, stellt Hr. Melloni zwischen der Säule und der Quelle eine durchsichtige, starre oder flüssige Platte von irgend einem Stoffe auf. Im Moment, wo die Schirme zurückgeschlagen werden, erleidet die Säule wiederum einen Eindruck, welcher die Galvanometernadel ablenkt. Allein die erste Ablenkung und die bleibende Abweichung sind immer kleiner als die beim unmittelbaren Durchlafs. Um diese Schwächung zu zergliedern, wollen wir den Gang der von der Quelle ausgestrahlten Wärme verfolgen, vom Augenblick ihrer Aussendung bis zum Einfall auf die Säule. Zunächst trifft diese Wärme unter senkrechtem Einfall auf die Vorderfläche der Platte, und erleidet daselbst eine theilweise Zurückwerfung, welche sie in einem gewissen Verhältnifs schwächt. Der Rest tritt in die Platte, wird darin zum Theil absorbirt, zum Theil fortgepflanzt. Die der Absorption entgangene Portion gelangt zur Hinterfläche der Platte, erleidet daselbst eine zweite Reflexion und dadurch eine abermalige Schwächung.

Der Rest tritt aus der Platte in die Luft, und erhitzt die Säule, vielleicht sich dabei mischend, wie man wenigstens fürchten kann, mit der Strahlung der Plattentheilchen, die durch den darin absorbirten Antheil der Wärme erhitzt worden sind. Wenn die letztere Strahlung einen bedeutenden Theil des gesammten Eindrucks auf die Säule ausmachte, so würden die dem zufolge der Galvanometernadel eingeprägten Ablenkungen offenbar zusammengesetzt seyn aus einer doppelten Wirkung, die sehr schwierig in ihre Elemente zerlegbar wäre. Allein glücklicherweise zeigt Hr. Melloni auf die zuverlässigste Weise, dafs diefs, bei den Stellungen und Entfernungen, die er anwendet, niemals der Fall sey.

Zunächst kann man diefs durch eine approximative Schätzung einsehen. Die von der Quelle direct ausgesandte Strahlung gelangt zu der Säule durch die, dieselbe verdeckenden Diaphragmen fast in geradlinigen Richtungen, so dafs die Schwächung, die daraus erfolgt, blofs Folge ist der beiden Reflexionen und der Absorption. Wenn die Absorption den Theilchen der eingeschalteten Platte eine höhere Temperatur einprägt, so ist diese Erhöhung unter den Umständen bei den Experimenten des Hrn. Melloni immer aufserordentlich schwach, kann sich kaum auf Tausendstel eines Grades erheben. Allein diese an sich schon kleine Gröfse entweicht, wenn sie strahlend theilweise davon geht, nicht blofs gegen die Säule, sondern in allen Richtungen, so dafs die Säule nur einen Antheil auffängt proportional dem Raum, den ihre kleine Fläche auf der aus jedem strahlenden Punkt beschriebenen Kugel einnimmt. Nach den Entfernungen nun, die Hr. Melloni immer zwischen dieser Fläche und der eingeschalteten Platte herstellt, ist einleuchtend, dafs der so von der Säule aufgefangene Antheil nur ein unendlich kleiner Bruch der an sich schon kleinen Gröfse ist, welche die Platte vielleicht absorbirt hat. Daraus ist vorherzusehen, dafs die Wirkung, welche diese secun-

däre Strahlung der eingeschalteten Platte auf die Säule ausüben kann, nur einen unwahrnehmbaren Einfluſs auf die Ablenkungen der Galvanometernadel hat. Auch bleibt sie unmerklich, selbst wenn man sie vielleicht um's Hundertfache vergröſsert, wie es Hr. Melloni gethan, indem er die Platte auf mehre Augenblicke dem wärmenden Einfluſs der Quelle aus einer weit geringeren Entfernung aussetzt, oder indem er sie geradezu durch Berührung mit den Händen erwärmt; denn die Wirkung der so mitgetheilten Temperatur für sich, ohne Beiseyn der Quelle, beobachtet, ist Null auf die Nadel, wie Hr. Melloni uns gezeigt hat.

Uebrigens vollendet er die Feststellung dieses wichtigen Resultats durch einen vollkommen entscheidenden Beweis. Nachdem er die Wärmequelle entblöſst, und die Gesammtwirkung, die sie nach senkrechtem Durchgang durch eine Platte auf die Säule ausübt, gemessen hat, neigt er die Platte dieſs- und jenseits der Normale um einige Grade; dabei findet keine merkliche Aenderung in der Ablenkung statt. Alsdann stellt er die Platte wieder senkrecht gegen die Strahlen; schiebt die Säule aus dem Strahlenkegel, welche ihr von der Quelle durch die Diaphragmen zugesandt wird, und nähert sie seitwärts der Platte bis zu einem Abstande, der vielleicht 4, 5, 6 Mal kleiner ist als der ursprüngliche; zugleich dreht er die Platte, so daſs sie mit einer ihrer Flächen gerade auf die Säule gerichtet wird. Bei dieser Stellung, bei welcher nun die Platte der Säule so nahe steht und der Einfluſs einer directen Strahlung ihrer Theilchen so begünstigt wird, zeigt doch die Säule durchaus keinen Eindruck; die Nadel erhält sich unverändert auf dem Nullpunkt, wenigstens bei denjenigen Entfernungen der Wärmequelle, welche Hr. Melloni gescheidterweise zu allen seinen Versuchen angewandt hat; denn es ist klar, man könnte die Wärmequelle so übermäſsig nähern, daſs die Platte sich hinlänglich erhitzte, um durch eigene Strahlung merk-

lich auf die Säule zu wirken. Allein es ist auch klar, dafs alsdann die Umstände des Versuchs äufserst schlecht gewählt seyn würden. Durch die so eben von uns beschriebenen Proben kann man sich überzeugen, dafs bei den von Hrn. Melloni gewählten Umständen durchaus keine solche Wirkung auftritt, so dafs bei ihnen die Ablenkung der Magnetnadel ganz allein die Wirkung der directen Strahlung der Quelle auf die ihr zugewandte Seite der Säule ausdrückt. Hr. Melloni hat in seiner Abhandlung mehre andere Beweise von diesem wichtigen Punkt geliefert; allein wir hatten uns an die obigen, weil sie uns genügend scheinen.

Da nun die Ablenkung der Nadel alleinig durch die directe Strahlung bewirkt wird, so hat man demnach das isolirte Maafs dieser Wirkung, und man kann also bei verschiedenen Substanzen von gleicher Dicke oder bei gleicher Substanz von verschiedenen Dicken einen Vergleich anstellen. Hier öffnet sich ein weites Feld für Untersuchungen, deren Resultate von höchstem Interesse seyn müssen, weil sie uns die physischen Charaktere der strahlenden Wärme entschleiern, durch mefsbare Wirkungen, welche sie äufsert, wenn sie ausgesandt, zurückgeworfen, gebrochen, fortgepflanzt oder verschluckt wird. Dieſs Feld von Entdeckungen hat Hr. Melloni mit einem Scharfsinn, einer Geschicklichkeit und einer Geduld bearbeitet, die unglaublich sind. Es ist ihm gelungen eine Fülle unbekannter Eigenschaften aufzufinden, die man weder erwartet noch geahnt hat, und die gegenwärtig den kostbarsten Schatz von Daten über die Natur und die Gesetze der strahlenden Wärme ausmachen.

Wenn man sehr dünne Platten anwendet, so durchdringt sie die strahlende Wärme immer reichlich, von welcher Natur die Platten oder die Wärmequellen auch seyn mögen. Selbst diejenigen Substanzen, die bei beträchtlichen Dicken das aller ungleichste Absorptionsvermögen zeigen, wie z. B. Wasser, Eiweifs, Gallerte, Glas,

Bergkrystall, scheinen ihre Ungleichheit bei sehr grofser Dünnheit zu verlieren, so dafs sie gegen eine gemeinschaftliche Transmissionsgleichheit convergiren, deren Gränzen die Verlüste sind, die blofs durch die beiden Reflexionen an der Vorder- und Hinterfläche von Platten (geometrisch genommen) ohne Dicke bewirkt werden. Allein so wie die Dicke wächst, zeigt sich eine Verschiedenartigkeit der Absorption sowohl für eine und dieselbe Wärmequelle bei verschiedenen Substanzen als auch für verschiedene Wärmequellen bei einer und derselben Substanz, und dadurch tritt eine Mannigfaltigkeit aufserordentlicher Erscheinungen auf, von denen einige zwar unvollkommen schon bekannt waren oder vermuthet wurden, hier aber zum ersten Mal durch genaue Messungen, welche die Auffindung ihrer berechenbaren Gesetze erlauben, festgesetzt werden. So z. B. war die Verschiedenartigkeit der Wärmefluthen, wie sie sich durch ungleiche Absorption in einer und derselben Substanz zu erkennen giebt, schon früher beobachtet worden; und eben so hatte man auch die allmälige Auslöschungsweise derselben bemerkt, aber unrichtig ausgelegt, weil es an Messungen fehlte, und vor allem an Versuchen, die unter vergleichbaren Umständen angestellt waren. Gegenwärtig ist die Verschiedenartigkeit der Wärmefluthen durch die Arbeiten von Hrn. Melloni als eine Allgemeinheit festgestellt, und die Eigenthümlichkeiten in der Beschaffenheit einer jeden Fluth sind durch genaue und gemessene Wirkungen nachgewiesen, so dafs man die Zusammensetzung der Wärmebündel (*filets calorifique*) durch Zahlen und durch mathematische Formeln ausdrücken kann, wie man weiterhin in diesem Berichte sehen wird. Und die absorbirende Wirkung, welche die verschiedenen Substanzen auf diese Fluthen ausüben, die Art, wie sie dieselben zersetzen, und wie sie sich aneignen, bieten nicht minder wichtige und aufserordentliche Erscheinungen dar. Klare Substanzen, wie Alaun und Steinsalz

z. B., welche für das Licht gleich durchgänglich sind, zeigen für den Durchgang der Wärme die allergröfste Ungleichheit. Der Alaun, auch noch so dünn, fängt alle Strahlungen jeglicher Art, die man ihm darbietet, fast gänzlich auf; das Steinsalz dagegen läfst bei jeder Dicke, die man zu Beobachtungen anwenden kann, alle Gattungen von Wärme mit solcher Leichtigkeit durch, dafs die Schwächung, die es verursacht, fast bei allen Dicken gleich ist, und nur alleinig aus den beiden Reflexionen beim Ein- und Austritt an den Platten zu erfolgen scheint. Eine nicht minder bewundernswürdige Sonderbarkeit ist es, dafs farbige, braune Substanzen, selbst Glas, welches so schwarz ist, dafs es, gegen die Sonne gehalten, vollkommen undurchsichtig erscheint, die strahlende Wärme unvergleichlich besser durchlassen als der durchsichtige Alaun. Man kann also in dieser Beziehung mit Hrn. Melloni sagen, dafs in Bezug auf die Wärme eigentlich keine Färbung stattfindet, indem die Fähigkeit zum Durchlafs von Wärmestrahlen durch die Natur einer jeden Substanz bestimmt wird, scheinbar ohne alle Beziehung zu deren Durchsichtigkeit für das Licht.

Um diese Unterschiede angeben zu können, und vor allem um die fortschreitende Auslöschung der Wärme beim Durchgang durch verschiedene Dicken einer und derselben Substanz verfolgen und messen zu können, mufste man sich von einem, bei allen Versuchen dieser Art auftretenden Elemente befreien, nämlich von dem Wärmeverlust, der an den beiden Flächen einer jeden Platte in Folge particller Reflexionen stattfindet. Zieht man nämlich bei jeder Beobachtung die durchgelassene Menge von der einfallenden ab, so drückt der Unterschied die Summe der Verlüste aus, die zugleich durch die Reflexion an beiden Oberflächen der Platte und durch die Absorption in deren Innern hervorgebracht sind. Der erste dieser Effecte ist gleich bei den ungleichen Transmissionen, welche an Platten von gleicher Substanz aber

verschiedener Dicke beobachtet werden, sobald sie nur eine gleiche Politur besitzen; und wie man weiterhin ersehen wird, ist er auch gleich bei den ungleichen Transmissionen, die an gleich gut polirten Platten von verschiedener Substanz beobachtet werden. Allein, ist dieser Effect nach Beschaffenheit der von verschiedenen Quellen ausgesandten Wärme constant oder variabel? Ehe diese Frage vollständig beantwortet worden, ist es unmöglich, die Zunahme der Auslöschung in verschiedenen Tiefen einer und derselben Substanz anzugeben oder nur einen Versuch zu ihrer Auffindung zu machen. Nach dem zu urtheilen, was man beim Lichte beobachtet, sind zwar die durch die beiden Reflexionen bewirkten Verlüste bei senkrechter Incidenz als sehr klein anzunehmen. Allein die oben erwähnten Versuche des Hrn. Melloni und viele andere analoge Eigenschaften, welche Derselbe gleichfalls in seinen Abhandlungen beschrieben hat, zeigen, dafs die vom Lichte auf die strahlende Wärme gezogenen Inductionen oft sehr gewagt seyn würden. Auch hat Hr. Melloni sehr verständig das Verhältnifs des durch die beiden Reflexionen bewirkten Verlustes zu der gesammten Menge der einfallenden Wärme experimentell festgesetzt, wie weiterhin berichtet werden soll.

Zuvörderst hat er ausgemittelt, dafs, wenn eine gewisse Menge strahlender Wärme, die wir zur Einheit annehmen wollen, von einer vollkommen constanten Quelle ausgesandt, und von einer Steinsalzplatte mit polirten und parallelen Flächen senkrecht durchgelassen wird, die ausfahrende Wärmemenge immer 0,923 beträgt, die Natur der Wärmequelle sey auch wie sie wolle. Und, was auf dem ersten Blick noch sonderbarer erscheint, diese Zahl 0,923 ist noch gültig, wie dick die Platte auch seyn mag, so dünn wie nur möglich oder mehre Centimeter dick. Dieſs will jedoch nicht sagen, dafs Steinsalzplatten von jeder beliebigen Dicke ganz ohne auslöschende Wirkung bleiben, sondern nur, dafs diese Auslöschung *beim*

*Steinsalz* innerhalb der angegebenen Dickengränzen unmerklich sey. Und es scheint natürlich daraus zu folgen, dafs bei einer unendlich kleinen oder geometrisch selbst nullgleichen Dicke der Verlust noch vollkommen 1 — 0,923, d. h. 0,077 seyn würde, und da der Absorptionseffect für diesen Gränzfall Null ist, so werden diese 0,077 den Gesammtverlust ausdrücken, der bei senkrechtem Einfall der strahlenden Wärme auf Platten, wenigstens auf Steinsalzplatten, in Folge der beiden Reflexionen stattfindet.

Indefs würde dieser Schlufs nicht streng, nicht einmal zulässig seyn, wenn er nicht durch andere, gleichfalls von Hrn. Melloni entdeckte, Thatsachen gerechtfertigt würde. In der That hat er aus seinen Versuchen hergeleitet, dafs allgemein, wenn eine gewisse Menge strahlender Wärme, aus irgend einer dunkeln oder leuchtenden Quelle herstammend, in eine Platte von beliebiger Natur eindringt, diese Wärme im Innern der Platte in eine Anzahl von Bündel (*filets*) getheilt wird, die an relativer Intensität, so wie in Bezug auf eigene Transmissionsgesetze, verschieden sind nach der Natur der Quelle und der der Platten, die aber merkwürdigerweise immer das mit einander gemein haben, dafs eine Klasse dieser Bündel, welche zuweilen einen beträchtlichen Antheil der eindringenden Wärme ausmacht, mit sehr grofser Schnelligkeit absorbirt wird und bald erlöscht, während der Rest weiter dringt und bei oft sehr beträchtlichen Dikken noch merklich bleibt, dabei einem so langsamen und für die einzelnen Bündel so wenig verschiedenen Auslöschungsgesetze folgend, dafs man diese Bündel sehr weit verfolgen mufs, um es für diesen ganzen zweiten Theil der gesammten Fluth als eine einfache geometrische Progression zu erkennen. Man könnte also meinen, bei dem Steinsalz wäre das eigenthümliche Absorptionsgesetz der ersten Bündel-Klasse so rasch, dafs dieselbe bei geringeren Dicken, als man dieser Substanz in Wirklichkeit zu geben vermag, immer schon ausgelöscht wäre. Als-

dann würde sich bei allen beobachteten Steinsalzplatten nur die Fluth von langsamer Absorption nach aufsen fortpflanzen, und es wäre möglich, dafs der geringe Unterschied zwischen den Gröfsen, die von diesen Platten bei den zu erhaltenden beschränkten Dicken durchgelassen werden, in der Langsamkeit der Auslöschung dieser Bündel begründet wäre. In dieser Annahme würde der gemeinschaftliche Verlust, den man bei allen Steinsalzplatten beobachtet, nicht blofs Folge seyn der beiden Reflexionen, sondern dieser und der Absorption desjenigen Theils der gesammten Fluth, der die rasche Auslöschung erlitte.

Glücklicherweise schliefsen andere, von Hrn. Melloni entdeckte Erscheinungen diese Auslegung aus. Zunächst hat sie gegen sich eine allgemeine Analogie. Denn bei allen übrigen Substanzen ist das relative Intensitätsverhältnifs der beiden Fluthen aufserordentlich ungleich und veränderlich, je nach der Natur der Quelle; während hier, beim Steinsalz, diese Verschiedenartigkeit sich in Gleichheit verwandeln müfste, weil die Intensitäten der beiden Fluthen darin unter sich immer dasselbe Verhältnifs bewahren müfsten. Weit natürlicher ist es daher, das Argument umzukehren, und, erwogen die absolute Gleichheit der Verlüste bei allen Arten strahlender Wärme in Steinsalzplatten, zu schliefsen, dafs dieser constante Verlust nur allein von den Reflexionen herrühre und die Fluth von rascher Absorption bei solchen Platten nur eine relativ nullgleiche oder unmerkliche Intensität besitze. Directe und sehr mannigfaltige Beweise, welche Hr. Melloni durch Erfahrung erhalten hat, bestätigen auch vollkommen diese letzte Auslegung. Allein um ihre Stärke ganz einzusehen, mufs man das Detail derselben durch Rechnung ausdrücken.

**Allgemeine Definition von strahlenden Fluthen. Gesetz ihrer Reflexion und ihrer successiven Absorption.**

Schon mehrmals haben wir bemerkt, dafs die strahlenden Wärmefluthen, entwickelt auf die gewöhnlichen Weisen, insgemein Strahlen von verschiedener Absorptions- oder Transmissions-Fähigkeit enthalten. Geht also eine solche Fluth durch eine Platte von verschiedener Natur, und, wie wir voraussetzen wollen, homogener Absorptionskraft, so kann man, was der allgemeinste Gesichtspunkt ist, annehmen, sie bestehe aus einer gewissen Anzahl Wärmebündel von verschiedener Intensität, von denen jedes einem gewissen Absorptionsgesetz unterliegt, das für alle Theile eines Bündels gleich, von einem Bündel zum andern aber verschieden ist. So lange man diese Intensitäten und diese Absorptionsgesetze unbestimmt läfst, ist diese Definition offenbar die allgemeinste, und umfafst alle mögliche Beschaffenheiten der durchgelassenen Wärmefluthen.

Ein solches Bündel, dessen sämmtliche Theile in einer und derselben Platte einem gemeinschaftlichen Absorptionsgesetze folgen, werden wir ein einfaches Bündel *für diese Platte* nennen. Die Einschränkung *für diese Platte* ist nothwendig, denn ein solcher Verein von Wärmestrahlen könnte einfach seyn für Bergkrystall, zusammengesetzt aber für Glas, so dafs es sich darin in Bündel von ungleicher Absorption zertheilte. Und in der That lehrt die Erfahrung, wie man weiterhin ersehen wird, dafs dem so sey.

Diefs gesetzt, betrachten wir im Innern einer Platte irgend ein einfaches Bündel und bezeichnen mit $i_0$ die ursprüngliche Menge von strahlender Wärme, durch die es erzeugt worden. Ehe diese Menge $i_0$ in die Platte eindringt, erleidet sie an deren Vorderfläche eine partielle Reflexion, welche sie in einem gewissen Verhältnifs schwächt. Wir wollen diefs Verhältnifs durch $R_1$ be-

bezeichnen; dann ist also $i_0 R_1$ die reflectirte Menge, und $i_0 - i_0 R_1$ oder $i_0(1-R_1)$ die in die Platte eintretende Menge, und letztere allein erleidet eine Absorption. Nun sey mit $x$ die Dicke der Platte bezeichnet, und angenommen, von der Menge 1 derjenigen Wärmegattung, aus welcher das innere Bündel besteht, werde $\varphi(x)$ durchgelassen, wo $\varphi$ eine gewisse unbekannte Function der Dicke, abhängig von der besonderen Transmissibilität der Platte für die in Betracht gezogene Wärmegattung bezeichnet. Hienach wird das Bündel bei seiner Ankunft an der Hinterfläche der Fläche auf die Intensität $i_0(1-R_1)\varphi(x)$ reducirt seyn; und wenn man den Verlust, den es daselbst abermals durch eine partielle innere Reflexion erleidet, mit $R_2$ bezeichnet, wird seine Intensität beim Austritt auf $i_0(1-R_1)(1-R_2)\varphi(x)$ geschwächt seyn, und diese ist es, welche die Beobachtungen kennen lehren.

Denken wir uns nun, dieses nämliche Bündel, so geschwächt in seiner Intensität, aber permanent in seinen physischen Eigenschaften, treffe, immer senkrecht, eine zweite Platte von gleicher Natur mit der ersten, von gleicher Politur, aber von einer andern Dicke $x_1$. Alle Wärmestrahlen, aus welchen das geschwächte Bündel besteht, werden abseiten dieser zweiten Platte genau dieselbe Reihe von Schwächungen erleiden, welche die ursprüngliche Intensität von der ersten erlitten hat, und folglich wird das Bündel beim Austritt aus der zweiten Platte von der Intensität $i_0(1-R_1)(1-R_2)\varphi(x)$ auf die $i_0(1-R_1)^2(1-R_2)^2\varphi x \,.\, \varphi x_1$, reducirt worden seyn, und diese letztere Intensität wird bei den Beobachtungen gemessen werden.

Diese Schlufsfolge schliefst jedoch stillschweigends zwei Voraussetzungen ein, die hervorgehoben und durch Erfahrung bestätigt zu werden verdienen.

Die erste besteht darin, dafs das beim Durchgang durch die erste Platte geschwächte Bündel bei seinen beiden senkrechten Reflexionen an den Flächen der zwei-

ten Platte Verlüste erleide, proportional denen bei seinen beiden senkrechten Reflexionen an den Flächen der ersten Platte. Diese Annahme ist in der That gerechtfertigt durch die vollkommene Gleichheit des Verlustes, den alle Arten strahlender Fluthen, directer wie durchgelassener, durch senkrechte Reflexionen an derjenigen Substanz erleiden, wo es möglich ist, unmittelbar die partiellen Verlüste zu beobachten, d. h. am Steinsalz; und wir werden weiterhin die Versuche anführen, welche dieselbe Beständigkeit bei verschiedenartigen Substanzen beweisen, sobald deren Oberflächen eine gleiche Spiegelpolitur erhalten haben. Ueberdiefs hat man hier eine mächtige Analogie am Lichte, dessen verschiedenartige Strahlen bei senkrechten Reflexionen genau gleich grofse verhältnifsmäfsige Verlüste erleiden, wie es die Identität der Farben der einfallenden und zurückgeworfenen Bündel erweist.

Die zweite, stillschweigend bei unserer Rechnung gemachte Voraussetzung ist: dafs das Wärmebündel, welches einfach war in der ersten Platte, auch einfach bleibe in einer zweiten Platte gleicher Natur, wo alle seine Theile noch gemeinschaftlich eine Absorption erleiden, nach demselben Gesetz, welchem sie, bei noch gröfserer Stärke, in der ersten Platte unterlagen. Aufser, dafs diese Beständigkeit des Absorptionsgesetzes für den nämlichen Bündel und die nämliche Substanz physisch die natürlichste Bedingung ist, die man erdenken kann, so hat sie noch die Thatsache für sich, dafs eine und dieselbe Fluth, wenn sie folgweise durch zwei Platten von gleicher Natur und beliebig verschiedener Dicke hindurchgeht, sich bei ihrem Austritt aus der zweiten Platte von unveränderter Intensität und Qualität erweist, welche dieser Platten sie auch zuerst durchdrungen haben mag, und diese Unveränderlichkeit beobachtet man noch bei beliebiger Reihenfolge irgend einer Anzahl gleichartiger Platten. Diefs scheint wohl anzudeuten, dafs jedes Bündel sich

in der zweiten, dritten und vierten Platte in Allem genau eben so verhalte, wie in der ersten, ungeachtet der Schwächung, die es in dieser erlitten hat. Diese Unveränderlichkeit der austretenden Fluth, bei jeglicher Vertauschung der durchdrungenen Platten, beobachtet man noch, wenn diese Platten von verschiedener Natur sind; obwohl ohne Zweifel in diesem Fall die ausfahrenden Bündel, welche in den einen einfach waren, nicht nothwendig einfach in den andern Platten zu seyn brauchen, sondern im Allgemeinen in Theile zerfallen, die dann ungleiche Absorptionen erfahren. Dafs die ausfahrende Fluth, trotz dieser Zerfällungen und Vertauschungen, unverändert bleibt, zeigt also, dafs, wenigstens für diesen Fall, jedes Wärmebündel, welches in irgend einer Platte einfach war, nach seinem Austritt seine ursprünglichen Eigenschaften im Allgemeinen wieder annimmt, oder besser gesagt, bewahrt, und in den folgenden Platten genau so zerfällt, wie es geschehen seyn würde, wenn es bei seiner geschwächten Intensität direct, ohne schon eine dieser Platten durchdrungen zu haben, irgend einer derselben dargeboten wäre. Hienach wird, wenn die zweite von der Fluth durchdrungene Platte gleicher Natur ist mit der ersten, jedes Wärmebündel, welches in dieser Platte einfach war, auch fortfahren es in der zweiten zu seyn, und seine Intensität wird sich darin stufenweise nach demselben Gesetze auslöschen, wie es eine unmittelbar einfallende Fluth von gleicher Natur und gleicher Intensität gethan haben würde. Dieſs ist genau unsere Annahme bei der Formel, die wir zuvor für Platten von einer und derselben Natur aufgestellt haben, um die Intensität irgend eines Bündels nach dem folgweisen Durchgang durch zwei Platten auszudrücken.

Wenden wir nun diese Formel einzeln auf alle beliebig viele Bündel an, die aus einer ursprünglich so zusammengesetzten Fluth entspringen, wie wir sie durch die üblichen physischen Mittel hervorbringen. Die reducirte

Intensität dieser Fluth, nachdem sie zwei gleichartige Platten von den Dicken $x$ und $x_1$ durchdrungen hat, wird gleich seyn der Summe der Intensitäten aller ausfahrenden einfachen Bündel. Bezeichnet man diese Summe mit $\Sigma$ und die ausfahrende Gesammt-Intensität mit $I_{xx_1}$, so hat man:

$$I_{xx_1}=(1-R_1)^2(1-R_2)^2\Sigma i_0\varphi x\,.\,\varphi x_1.$$

Das Product $(1-R_1)^2(1-R_2)^2$ bleibt aufserhalb des Zeichens $\Sigma$, weil es ein gemeinschaftlicher Factor der Intensitäten aller ausfahrenden Strahlen ist.

Setzen wir nun voraus, dafs dieselbe ursprüngliche Intensität von strahlender, physisch auf dieselbe Weise zusammengesetzter Wärme, mit einem Wort, dafs dieselbe Wärmefluth durch eine einzige Platte von gleicher Natur mit den vorherigen, aber von der Dicke wie sie beide zusammengenommen, d. h. von der Dicke $x+x_1$, unmittelbar durchgelassen werde, und bezeichnen mit $I_{x+x_1}$ die totale Intensität der ausfahrenden Fluth, so haben wir, unsere Formel auf diesen Fall angewandt:

$$I_{x+x_1}=(1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0\varphi(x+x_1).$$

indem die ursprüngliche Intensität $i_0$ jedes einfachen Bündels, so wie die Anzahl derselben und die Form der Function $\varphi$ in beiden Fällen gleich sind.

Als Hr. Melloni unter solchen Umständen die totalen Intensitäten $I_{xx_1}$, $I_{x+x_1}$ der ausfahrenden Fluth mafs, gaben die Zahlen, welche er erhielt, wie man weiterhin sehen wird, immer:

$$I_{xx_1}=(1-R_1)(1-R_2)I_{x+x_1},$$

woraus nothwendig folgt:

$$\Sigma i_0\varphi(x+x_1)=\Sigma i_0\varphi x\,.\,\varphi x_1 \quad \ldots\ldots (1)$$

Dieſs findet statt bei allen Arten strahlender Fluthen, die man erzeugen kann, und bei allen Arten von Platten, die man zusammenlegen kann, *sobald sie nur bei jedem Vergleich von gleicher Natur sind*, einen Fall, den wir speciell betrachten. Ueberdieſs verallgemeinert sich dieselbe Relation, wenn man statt zwei Platten ir-

gend eine Anzahl derselben, *jedoch immer von derselben Natur*, successiv von der Fluth durchdringen läfst. Denn bezeichnet man dann die Intensität der ausfahrenden totalen Fluth mit $I_{xx_1 \ldots x_n}$, und die der nämlichen Fluth, nachdem sie eine einzige Platte von der Dicke $x+x_1+\ldots+x_n$ durchdrungen hat, mit $I_{x+x_1+\ldots x_n}$, so hat man offenbar:

$$I_{xx_1 \ldots x_n} = (1-R)^{n+1}(1-R_1)^{n+1}\Sigma i_0 \varphi x . \varphi x_1 \ldots \varphi x_n$$

$$I_{x+x_1 \ldots x_n} = (1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0 \varphi(x+x_1+\ldots x_n)$$

Als Hr. Melloni die absoluten Intensitäten $I_{xx_1 \ldots x_n}$ und $I_{x+x_1 \ldots +x_n}$ der ausfahrenden Fluth mafs, fand er immer aus seinen Zahlen:

$$I_{xx_1 \ldots x_n} = (1-R_1)^n(1-R_2)^n I_{x+1 \ldots +x_n},$$

woraus nothwendig folgt:

$$\Sigma i_0 \varphi(x+x_1 \ldots +x_n) = \Sigma i_0 \varphi x \varphi x_1 \ldots \varphi x_n \quad \ldots (2)$$

Jede dieser Gleichungen (1) und (2) enthält in ihren beiden Gliedern eine gleiche Anzahl von $i_0$, eine eben so grofse Anzahl als einfache Bündel in der angewandten Wärmefluth vorhanden sind. Ferner sind die numerischen Werthe von $i_0$ in beiden Gliedern gleich für jedes Bündel, und endlich ist auch für jedes derselben die Form der Function $\varphi$ dieselbe, obwohl sie übrigens von einem Bündel zum andern willkührlich variiren kann. Diese Gleichheiten finden auch noch statt, wie auch die angewandte Fluth beschaffen sey, und durch welche Art von Platten man sie auch durchgeleitet haben mag, vorausgesetzt nur, dafs das Plattensystem und die damit verglichene eben so dicke einfache Platte von gleicher Art seyen. Daraus folgt, dafs die erwähnten Gleichheiten nicht entsprungen seyn können aus irgend einer zufälligen Relation zwischen den Dicken $xx_1 \ldots x^n$ der Platten, oder zwischen den ursprünglichen Intensitäten $i_0$ der verschiedenen einfachen Bündel oder zwischen den besonderen Werthen der Functionen $\varphi$, welche die Absorptionsweise regeln. Um die Unabhängigkeit dieser Elemente zu bewahren, *mufs also diesen* Gleichheiten an

sich für jedes einfache Bündel, unabhängig von dessen Relation mit allen übrigen, Genüge geleistet werden, vermöge der Formen der Function $\varphi$, d. h. man mufs für sich für jedes einfache Bündel haben:

$$\varphi(x+x_1)=\varphi x \cdot \varphi x_1$$

oder allgemein:

$$\varphi(x+x_1 \ldots +x_n)=\varphi x \cdot \varphi x_1 \ldots \varphi x_n$$

für jede beliebige Anzahl von Platten.

Nun hat der Eine von uns, Hr. Poisson, schon vor langer Zeit bewiesen, dafs die erste dieser Gleichungen bei vollständiger Unabhängigkeit der Variablen $x$ und $x_1$ nicht anders existiren kann, als wenn man der Function $\varphi$ die Exponentialform giebt; d. h. annimmt, dafs

$$\varphi x=a^x,$$

wo $a$ irgend eine numerische, von $x$ unabhängige Constante ist. Und es erhellt, dafs durch diese Form auch der zweiten Gleichung, ohne Störung der Unabhängigkeit ihrer Variabeln, Genüge geleistet wird.

Diefs lehrt uns also, dafs jedes einfache Bündel, welches ein und dieselbe Platte durchdringt, darin nach einer gewissen geometrischen Progression absorbirt wird, deren Verhältnifs zugleich von der Natur der Platte und der Beschaffenheit der Wärmestrahlen dieses Bündels abhängt. Dasselbe Gesetz ist es auch, das man gewöhnlich für die allmälige Absorption des Lichts bei seinem Durchgang durch durchsichtige Mittel annimmt; allein es kann nur in der Voraussetzung richtig seyn, dafs das Licht in Bezug auf seine Absorption homogen sey, oder dafs man es im Gedanken in Bündel von solcher Homogenität zerlege und auf jedes von ihnen eine besondere geometrische Progression anwende, wie wir es oben für die Fluthen strahlender Wärme gethan haben.

Die Experimente, welche uns beweisen, dafs die Grundzahl $a$ für ein und dasselbe Bündel constant ist, so lange sich dasselbe in einem gleichen Mittel fortpflanzt, zeigen uns nicht, was geschehen wird, wenn dasselbe aus einer

Substanz in eine andere übergeht. Allein die Unveränderlichkeit, welche die Intensität der ausfahrenden Fluth in diesem zweiten Fall, ungeachtet der mit der Reihenfolge der Platten vorgenommenen Vertauschungen bewahrt, verallgemeinert den obigen Begriff, indem sie uns zeigt, dafs, wenigstens bei den Versuchen des Hrn. Melloni, jedes Wärmebündel nach seinem Austritt aus jeder Platte sich wiederum mit seinen ursprünglichen Eigenschaften vorfindet, ohne eine andere Aenderung als die in seiner Intensität, so dafs, wenn die so geschwächte Gesammtfluth an der folgenden Platte anlangt, sie sich eben so verhält, wie wenn sie mit dieser schwächeren Intensität natürlich ausgesandt und die erwähnte Platte ihr unmittelbar dargeboten worden wäre.

Nach Aufstellung dieser Grundsätze will ich zu Hrn. Melloni's Versuchen über die Reflexion an den beiden Flächen anderer Platten als von Steinsalz übergehen.

Hr. Melloni leitet die Strahlung einer Locatellischen Lampe durch eine Glasplatte, deren Dicke, mit dem Sphärometer gemessen, 8,2743 Millimeter betrug. In einem Glase von solcher Dicke wird die von dieser Quelle ausgestrahlte Fluth von rascher Absorption sehr bald ausgelöscht, so dafs nur die Fluth von langsamer Absorption austritt [1]). Als demnach hinter diese Platte folgweise eine Platte von Steinsalz, Glas oder Bergkrystall aufgestellt wurde (die beiden letzteren so dünn genommen, dafs die etwa darin absorbirt werdende Portion der langsamen Fluth unmerklich wurde), zeigten sich die von ihnen durchgelassenen Mengen dieser Wärme beinahe gleich grofs, nämlich gleich 0,923, wenn man die zur dicken Glasplatte austretende Wärmemenge zur Einheit nahm. Hr. Melloni hat uns darüber folgende Messungen mitgetheilt:

1) Kürze halber nennt Hr. Biot die rasch und die langsam absorbirt werdende Fluth weiterhin die rasche und die langsame Fluth. *P.*

| | Menge der zur Säule durchgelassen. Wärme. |
|---|---|
| Direct von der 8mm,2743 dicken Glasplatte | 100 |
| Nach Einschaltung einer Steinsalzplatte | 92,30 |
| - - - Quarzplatte, 0mm,517 dick | 92,29 |
| - - - Glasplatte 0mm,574 dick | 92,30 |

Hier bleibt kein Zweifel an der Gleichheit der Resultate. Die sehr geringe Verschluckbarkeit der von der ersten Platte durchgelassenen Fluth erlaubt die kaum angebbaren Mengen dieser Fluth, welche hernach in der dünnen Glas- oder Quarzplatte ausgelöscht werden, zu vernachlässigen, so dafs sich in dieser nur die Wirkung der beiden Reflexionen zeigt. Die nämliche dünne Glasplatte, von 0mm,574 Dicke, würde auf die directe Strahlung der Quelle ganz anders eingewirkt haben, weil sie einen bedeutenden Antheil der raschen Fluth sich angeeignet und ausgelöscht haben würde.

Vielleicht könnte man meinen, diese Constanz der Reflexion rühre hier her von der eigenthümlichen Art der Fluth, die allein durch die Platten dringe. Nachstehende Versuche des Hrn. Melloni schliefsen aber diese Meinung aus. Er nahm sechs Glasplatten, die, mit dem Sphärometer gemessen, eine Dicke zeigten von: 0mm,575; 0mm,819; 1mm,094; 1mm; 601; 1mm,974; 2mm,097, also zusammen von 8mm,159, folglich an Dicke fast gleich waren der Platte von 8mm,2743, die zu den vorhin erwähnten Versuchen gedient hatte. Der kleine Unterschied von 0mm,11 kann bei Glas von dieser Dicke die langsam absorbirbare Fluth der Locatellischen Lampe nur in einem fast unmerklichen Grade schwächen. Nun setzte Hr. Melloni nach einander diese beiden Systeme, das sechsfache und das einfache, den Strahlen einer solchen Lampe aus, deren an sich schon constanter Zustand durch die Methode der abwechselnden Beobachtungen noch vergleichbarer gemacht wurde. Folgendes waren einige der Resultate:

| | Menge der zur Säule durchgelassen. Wärme. |
|---|---|
| Freie Strahlung der Lampe | 39,66 |
| Nach Einschaltung der 8mm,274 dicken Platte | 23,35 |
| - - - sechs Platten, deren Gesammtdicke 8mm,159 war | 15,11. |

Ehe ich diese Resultate berechne, will ich andere analoge, erhalten mit senkrecht gegen die Axe geschnittenen Bergkrystallplatten, anführen.

Hier besafs die erste Platte, am Sphärometer gemessen, die Dicke 8mm,122, also eine weit gröfsere als zur Auslöschung der Fluth von rascher Absorption in dem Bergkrystall nöthig war. Hr. Melloni mafs den unmittelbaren Durchgang der Strahlung der Locatellischen Lampe durch diese Platte, und darauf wurde die von ihr ausfahrende Fluth durch eine zweite nur 1mm,174 dicke Platte desselben Krystalls geleitet. Die Resultate waren:

| | Menge der zur Säule durchgelassen. Wärme. |
|---|---|
| Strahlung, zur 8mm,122 dicken Bergkrystallplatte ausfahrend | 100 |
| Nach Einschaltung der 1mm,174 dicken Bergkrystallplatte | 92,11. |

Dieſs Resultat ist dem schon angeführten gleich; man sieht darin die Zahlen 0,921 wiederkehren, deren Complement 0,079 den durch beide Reflexionen bewirkten Gesammtverlust ausdrückt. Nun nahm Hr. Melloni sechs Platten von demselben Krystall, respective dick: 0,359; 0,527; 0,818; 1,175; 1,933; 3,792, also zusammen 8mm,604, so dafs der Unterschied dieses Systems mit der einzigen 8mm,122 dicken Platte kaum wahrnehmbar ward für die Absorption der langsamen Fluth des Bergkrystalls, die alleinig aus der 8 Millimeter dicken Platte austrat. Unter andern wurden folgende Resultate beobachtet:

| | Menge der zur Säule durchgelassen. Wärme. |
|---|---|
| Freie Strahlung der Lampe | 39,39 |
| Nach Einschaltung der 8mm,122 dicken Bergkrystallplatte | 27,72 |
| Nach Einschaltung der sechs Platten, deren totale Dicke 8mm,604 | 18,13. |

Berechnen wir nun diese Resultate. Um es zu thun, können wir bei jeder Plattengattung den kleinen Dickenunterschied zwischen der einfachen dicken und dem Systeme der dünnen vernachlässigen; denn Unterschiede dieser Ordnung bewirken fast unmerkliche Variationen in der Intensität der langsamen Fluth, welche bei solchen Dicken aus dem Glase und Bergkrystall tritt. Dieſs gesetzt, haben wir in jedem Systeme eine einfache Platte von der Dicke $x+x_1+..+x_s$, welche durchlassen muſs die Wärmemenge:

$$I_{x+x_1+...x_s}=(1-R_1)(1-R_2)\Sigma_0\varphi(x+x_1...+x_s)$$

Andererseits haben wir ein System von sechs Platten gleicher Art, die statt zwei successiver Reflexionen *zwölf* bewirken, und folglich durchlassen muſs die Wärmemenge:

$$I_{xx_1...x_s}=(1-R_1)^6(1-R_2)^6\Sigma_0\varphi x\,.\,x\varphi_1..\varphi x_s.$$

Nun muſs man nach dem angeführten Gesetze haben:

$$I_{xx_1...x_s}=(1-R_1)^5(1-R_2)^5I_{x+x_1+...x_s}$$

und da sowohl die einfachen als die vielfachen Transmissionen beobachtet wurden, so muſs sich, wenn das Gesetz richtig ist, aus jeder dieser Gleichungen für Glas und Bergkrystall dasselbe Product $(1-R_1)(1-R_2)$ ergeben, und zwar als $=0{,}923$, wie man es durch beobachtete Reflexion der langsamen Fluth an dünnen Plättchen unmittelbar erhielt. Vollzieht man nun diese Rechnung mit den oben beigebrachten Zahlen, so findet man:

| | Verlust, bewirkt insgesammt durch die beiden Reflexionen innen und aufsen. |
|---|---|
| **Für Glas** | |
| ist $(1-R_1)^5(1-R_2)^5=\frac{15}{23},\frac{11}{25}$ | |
| also $(1-R_1)(1-R_2)=0{,}916$ | $1-0{,}916=0{,}084$ |
| **Für Bergkrystall** | |
| ist $(1-R_1)^5(1-R_2)^5=\frac{18}{27},\frac{13}{27}$ | |
| also $(1-R_1)(1-R_2)=0{,}919$ | $1-0{,}919=0{,}081$ |

Der zusammen durch die äufsere und die innere Reflexion bewirkte Verlust ist also bei diesen beiden Substanzen beinahe gleich, wenn man ihn von dem durch die Absorption veranlafsten Verlust getrennt hat; und überdiefs sind die daraus für die Dicke Null abgeleiteten complementaren Transmissionen aufserordentlich wenig verschieden von der Zahl 0,923, welche Hr. Melloni direct, mittelst Transmissionen, durch einfache Platten gefunden hat. Die directe Bestimmung =0,923 mufs jedoch für genauer gehalten werden, wenn auch nur wegen der geringen Dickenunterschiede, welche wir bei den Vergleichungen der einfachen Platten mit den Plattensystemen vernachlässigt haben. Ueberdiefs mufs wahrscheinlich, aufser der Spiegel-Reflexion, die zu messen wir hier zur Absicht hatten, noch auf jeder Fläche, in Folge deren unvollkommenen Politur, eine partielle Reflexion entstehen, wie es beim Lichte der Fall ist. Und da die Wirkung dieser zufälligen Ursache sich mit der Zahl der Platten in den Plattensystemen vervielfältigt, wie wenig auch einige der Platten darin an Politur den einfachen Platten nachstehen, so mufs doch dadurch die Transmission für die Dicke Null verhältnifsmäfsig geschwächt werden.

Wiewohl sehr leicht einzusehen war, dafs gröfsere oder geringere Vollkommenheit der Politur der Oberfläche einen solchen Einflufs auf die absolute Gröfse der

Reflexion ausüben müsse, so hat doch Hr. Melloni denselben durch directe Versuche nachgewiesen, durch ähnliche wie er mit polirten angestellt. Er nahm zwei Glasplatten von fast gleicher Dicke, die eine polirt, die andere matt, und setzte sie folgweise der Strahlung der Locatellischen Lampe aus, nachdem sie durch eine polirte, $8^{mm},274$ dicke Glasplatte geleitet worden, und also nur aus der langsam von Glas absorbirt werdenden Fluth bestand. Folgendes waren die Resultate anfangs bei directen, dann bei successiven Transmissionen:

| | Menge der zur Säule durchgelassen. Wärme. |
|---|---|
| Polirtes Glas, $8^{mm},274$ dick, für sich | 51,68 |
| - - $6^{mm},204$ - - - | 53,01 |
| Mattes Glas, $6^{mm},455$ - - - | 21,32 |
| Beide polirte Gläser, $8^{mm},204$ und $6^{mm},204$ dick, zusammen | 43,99 |
| Polirtes Glas von $8^{mm},274$ Dicke und mattes Glas von $6^{mm},455$ Dicke, zusammen | 17,69. |

Der Einfluſs der Unpolitur zeigt sich schon bei den directen Transmissionen, ist aber noch unzweideutiger festgestellt bei den successiven Transmissionen, wo der kleine Dickenunterschied der beiden hinteren Gläser, des polirten und des unpolirten, die man vergleicht, nur einen fast unwahrnehmbaren Unterschied in der Absorption der ihnen dargebotenen langsamen Fluth hervorbringen kann. Um dieſs ganz in's Klare zu setzen, braucht man nur die absolute Wärmemenge, welche das vordere polirte Glas durchläſst, und in obiger Tafel durch die Zahl 51,68 gegeben ist, durch 100 auszudrücken, und die Zahlen 43,99 und 17,69, welche die Durchlässe der beiden hinteren Gläser ausdrücken, proportional eben so umzuwandeln Dann findet man:

| | Transmissionen der von dem vorderen Glase ausgesandten Strahlen. |
|---|---|
| Hinteres polirtes Glas, 6mm,204 dick | 85,12 |
| Hinteres unpolirtes Glas, 6mm,455 dick | 34,23. |

Die Verstärkung des von der Reflexion bewirkten Verlustes durch den Mangel an Politur zeigt sich hier ohne Ungewifsheit in der aufserordentlichen Ungleichheit beider Transmissionen; allein man könnte aus ihr niemals diesen Einfluſs unmittelbar messend bestimmen, weil die beiden verglichenen Gläser wegen ihrer grofsen Dicke eine merkliche Absorption bewirken, selbst bei der zum vorderen Glase austretenden Fluth von langsamer Absorption. Deshalb findet sich hier die Menge dieser Fluth, die durch das hintere polirte Glas ging, ausgedrückt durch 85, während sie 92,3 gewesen seyn würde, wenn diese Platte eine solche Dünnheit gehabt hätte, dafs sie keine merkliche Absorption auf die hindurchgehende Fluth hätte ausüben können.

Die vorherigen Resultate reichen ohne Zweifel hin, um vollends zu beweisen, dafs die Zahl 1—0,923 nämlich 0,077 wirklich den Verlust ausdrückt, den bei Glas und Bergkrystall, wenn ihre Oberflächen wohl polirt sind, die beiden Reflexionen zusammengenommen bewirken, und daher werden wir diese Zahl als zuverlässig anwenden. Sie ist, um aus den bei Platten von verschiedener Dicke und gleicher Natur beobachteten Transmissionen die Function $\varphi(x)$ aufzufinden, von aufserordentlichem Nutzen. Denn die individuellen Resultate solcher Beobachtungen geben immer nur die Werthe des complexen Products $(1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0\varphi(x)$ für jede bekannte Dicke $x$, bei welcher die Beobachtung gemacht ist. Und fügt man dieses Product zu dem Werth des Factors $(1-R_1)(1-R_2)$, welcher im Mittel $=0{,}923$, wenn die von aufsen einfallende Wärmemenge $\Sigma i_0$ zur

Einheit angenommen wird, so erlangt man in Wirklichkeit denselben Vortheil, wie wenn man die Beobachtungen bei einer so unendlichen Dünnheit der Platten anstellen könnte, dafs keine Absorption stattfände. Mit anderen Worten: Man braucht nur die unmittelbar beobachteten Resultate zu nehmen, ohne sie wegen der Reflexion zu berichtigen, so hat man eben so viele Werthe des zusammengesetzten Products $(1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0\varphi x$, und die Zahl $0{,}923\,\Sigma i_0$ ist der Werth desselben Products für den Fall $x=0$, was giebt $\varphi(0)=1$, als eine der Bedingungen von $\varphi(x)$ in Bezug auf jedes eingeführte Wärmebündel.

Man sieht überdiefs, dafs die so bei jeder Platte äufserlich beobachteten Transmissionsresultate nicht die durch das Innere derselben gegangenen Wärmemengen ausdrücken, sondern dafs sie diese Mengen behaftet mit dem gemeinschaftlichen Factor $(1-R_1)(1-R_2)$, d. h. geschwächt zu ihrem wirklichen Werth, der $\Sigma i_0\varphi(x)$ seyn würde, wenn keine Reflexion stattfände, in dem Verhältnifs 0,923 zu 1 ausdrücken. Wenn man also diese innere Gröfse für sich, in Theilen der ursprünglich eingefallenen Wärmemenge kennen lernen will, so mufs man die beobachteten Transmissionen durch die von den zwei Reflexionen bewirkten Verlüste, d. h. durch den gemeinschaftlichen Factor $0{,}923\,\Sigma i_0$, dividiren. Allein diese Division ist nicht nothwendig, um die Gesetze des Durchlasses aufzufinden; denn da die directen Resultate durch das Product $(1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0\varphi(x)$ ausgedrückt sind, so braucht man sie nur zu construiren oder unmittelbar, so wie sie sich durch die Beobachtung für jede Platte in Theilen der äufserlich einfallenden Wärmeeinheit ergeben, mit einander zu vergleichen, und anzunehmen, dafs die Zahl 0,923 bei diesen Vergleichen die Wärmemenge ausdrücke, die äufserlich durch eine einfache Platte, mathematisch von der Dicke Null, durchgelassen seyn würde. Wünscht man dann speciell die in-

nerlich durchgelassenen Wärmemengen zu kennen, so braucht man nur alle diese Resultate durch 0,923 zu dividiren.

Will man endlich den Wärmeverlust kennen, welcher einzeln von jeder der zwei Reflexionen in der Voraussetzung eines gleichen Verhältnisses beider bewirkt hat, so braucht man nur $R_2 = R_1$ zu machen; dieſs giebt $1 - R = \sqrt{0{,}923} = 0{,}9607$, und folglich $R = 0{,}0393$; d. h. jede Reflexion schwächt die einfallende Wärmemenge um etwa $\frac{1}{25}$. Dieſs ist auch ungefähr, was man, nach den glaubwürdigsten Angaben, für das Licht annimmt.

Wir haben vorhin die wichtige, von Hrn. Melloni allgemein für jedes Plattensystem nachgewiesene Thatsache beigebracht, daſs die Intensität des Gesammtdurchlasses eines solchen immer dieselbe bleibt, wie man auch die Platten desselben auf einander folgen lassen möge. Diese Unveränderlichkeit ist auch eine nothwendige Folge der Beschaffenheit, welche wir für die Wärmefluthen angegeben haben, und der Durchlaſsgesetze, denen, wie wir gefunden, die Bündel dieser Fluthen unterworfen sind. Betrachten wir nämlich zuvörderst ein System von nur zwei verschiedenartigen Platten $A$ und $B$, und nehmen an, es sey $A$ zuerst der Strahlung einer gegebenen Quelle ausgesetzt. Unter allen Wärmebündeln, die sich in $A$ fortpflanzen, isoliren wir im Gedanken *irgend eins*, dessen sämmtliche Theile, in dieser Platte, einem gemeinschaftlichen Gesetze folgen, ausgedrückt durch die Exponentialgröſse $a^x$. Dieses Bündel stammt von einer gewissen Menge äuſserlich einfallender Wärme, welche wir allgemein mit $i_0$ bezeichnen, und welche die Eigenschaft hat, in der Platte einem und demselben Absorptionsgesetze zu folgen. Bezeichnet mit $X$ die Dicke der Platte, und mit $R_1$, $R_2$ die an deren beiden Flächen reflectirten Antheile, so wird das einfallende Bündel $i_0$ zunächst nach seiner ersten partiellen Reflexion: $i_0(1 - R_1)$, dann nach seinem innern Durchgang durch die Platte: $i_0(1 - R_1)aX$;

und endlich tritt es, nachdem es an der Hinterfläche die zweite innere Reflexion erlitten hat, mit der geschwächten Intensität aus: $i_0(1-R_1)(1-R_2)a^X$. Dieses Bündel bleibt nun beim Durchgang durch die Platte $B$, welche wir der Allgemeinheit wegen von anderer Natur als $A$ angenommen haben, nicht einfach, vielmehr zerfällt es darin in eine gewisse Anzahl neuer Bündel von verschiedener Intensität und verschiedener Absorptionsfähigkeit, deren Gesetze durch eben so viele Exponentialgröfsen $\alpha_1^x$, $\alpha_2^x$, $\alpha_3^x$ etc. ausgedrückt werden. Wie nun auch die Verhältnisse dieser neuen Bündel im Innern von $B$ seyn mögen, so kann man doch, da sie in Summe alle von $i_0(1-R_1)(1-R_2)a^X$ herstammen, die einzelnen Intensitäten, aus welchen sie entspringen, respective durch eben so viele neue Unbestimmte von der Form

$i_1(1-R_1)(1-R_2)a^X$; $i_2(1-R_1)(1-R_2)a^X$ . . .

ausdrücken, vorausgesetzt, dafs die totale Summe dieser Ausdrücke gleich sey $i_0(1-R_1)(1-R_2)a^X$, was blofs erfordert, dafs:

$$i_1+i_2+i_3+\ldots i_n=i_0.$$

Alsdann wird jedes dieser Bündel, z. B.

$$i_1(1-R_1)(1-R_2)a^X,$$

bei Ankunft an der Platte $B$ zunächst an deren Vorderfläche eine Reflexion erleiden, dadurch auf

$$i_1(1-R_1)^2(1-R_2)a^X$$

zurückgeführt werden, dann sich fortpflanzen und gemäfs einer ihm eignen Exponentialgröfse $\alpha_1^{X_1}$ nach dem Durchgange auf $i_1(1-R_1)^2)(1-R_2)a^X\alpha^{X_1}$ zurückgeführt seyn, wenigstens wenn man mit $X_1$ die Dicke dieser Platte bezeichnet. Endlich wird es an der Hinterfläche von $B$ eine zweite Reflexion erleiden, und dadurch auf die Intensität $i_1(1-R_1)^2(1-R_2)^2a^X\alpha_1^{X_1}$ reducirt werden, mit welcher es endlich austritt. Dieselbe Schlufsfolge auf alle Bündel von $B$ angewandt und jedem derselben eine ihm eigene Exponentialgröfse verliehen, giebt die totale Intensität der aus $i_0$ entspringenden Fluth, welche

che durch das System $A+B$ durchgelassen wird. Sie wird seyn:

$$(1-R_1)^2(1-R_2)^2[i_1\alpha_1{}^{x_1}+i_2\alpha_2{}^{x_1}+i_3\alpha_3{}^{x_1}+\ldots]a^x$$

Diese Intensität wird nun zunächst sich gleich bleiben, wenn man $B$ zur Vorderplatte macht. Denn denken wir uns die ursprünglich einfallende Wärmemenge zerlegt in alle diese Bündel, deren respective Intensitäten $i_1$, $i_2$, $i_3$ ... in Summa gleich $i_0$ sind, und deren Natur eine solche ist, dafs sie in der Platte $B$ respective den Exponentialgröfsen $\alpha_1{}^x$, $\alpha_2{}^x$, $\alpha_3{}^x$... folgen, während sie in der Platte $A$ sämmtlich einer gemeinschaftlichen Exponentialgröfse $a^x$ unterworfen sind. Dann wird irgend eine von ihnen, z. B. $i_1$, nachdem sie die Vorderplatte, jetzt $B$, durchdrungen hat, zu

$$i_1(1-R_1)(1-R_2)\alpha_1{}^{x_1};$$

und hierauf nach dem Durchgang durch die Hinterplatte $A$, welcher nach der gemeinschaftlichen Exponentialgröfse $a^x$ erfolgt, die Intensität beim Austritt

$$i_1(1-R_1)^2(1-R_2)^2\alpha_1{}^{x_1}a^x.$$

Durch dieselbe Schlufsfolge, auf alle übrigen Bündel $i_2$, $i_3$ .. angewandt, erhält man eine analoge ausfahrende Fluth, und ihre Summe, welche die von $i_0$ herstammende ausfahrende Gesammtfluth ausmacht, wird seyn:

$$(1-R_1)^2(1-R_2)^2[i_1\alpha_1{}^{x_1}+i_2\alpha_2{}^{x_1}+\ldots]a^x,$$

d. h. genau eben so grofs wie vorhin. Die Wechselseitigkeit, welche hier für einen der in $A$ einfachen Wärmebündel erwiesen ist, besteht eben so für alle übrigen. Sie wird also auch für die aus der Summe dieser Bündel entspringende Gesammtfluth stattfinden, und so die ausfahrende Fluth des Systems $AB$ von gleicher Intensität seyn mit der ausfahrenden Fluth des Systems $BA$; vorausgesetzt jedoch, dafs die einfallende Fluth in beiden Fällen identisch sey, an Qualität und Intensität. Diese Schlufsfolge läfst sich leicht auf drei, vier oder beliebig viele Platten ausdehnen, wenn man nur die totale Fluth in eben so viele partielle Bündel zerlegt; und man

kann auf diese Weise die Constanz der totalen Transmission für jede beliebige Reihenfolge der Platten erweisen. Man sieht, diese Eigenschaft rührt davon her, dafs jedes Bündel in jeder Platte nach einem Exponentialgesetz erlöscht, dafs blofs von seiner und der Platte Natur abhängt, ohne dafs der frühere Durchgang durch andere Platten irgend etwas in seiner ursprünglichen Fähigkeit zur Absorption oder Transmission verändert.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

## II. *Beobachtungen über die Linien im Sonnenspectrum, und diejenigen, welche durch die Atmosphäre der Erde und das Salpetergas erzeugt werden; von Sir David Brewster.*

(*Phil. Magaz. Ser. III Vol. VIII p.* 384.)

In einem Aufsatz über die monochromatische Lampe, welchen ich am 15. April 1822 vor der K. Gesellschaft zu Edinburg gelesen und in deren Schriften bekannt gemacht [1]), habe ich einige meiner frühsten Versuche über die Wirkung farbiger Mittel auf das Sonnenspectrum beschrieben. In unregelmäfsigen Zwischenzeiten setzte ich diese Versuche fort, in der Absicht, unterscheidende Merkmale für gefärbte Mittel zu erhalten, die Ursache der Farben natürlicher Körper zu erforschen, und die schon in jenem Aufsatz angekündigten Erscheinungen des Uebereinandergreifens von Farben gleicher Brechbarkeit genauer zu untersuchen. In Betreff der beiden letzten Gegenstände habe ich meine Resultate bereits in zwei Aufsätzen veröffentlicht, in einem über die Zerlegung des Sonnen-

1) Ein Auszug davon findet sich in dies. Ann. Bd. II S. 98. *P.*

lichts [1]) und einem andern über die Farben der natürlichen Körper.

Der erste und hauptsächlichste Gegenstand meiner Untersuchungen, nämlich, die Auffindung eines allgemeinen Princips der chemischen Analyse, in welcher einfache und zusammengesetzte Körper charakterisirt werden könnten durch ihre Wirkung auf bestimmte Theile des Spectrums, blieb noch zu verfolgen. Die Farben von Pflanzensäften, künstlichen Salzen und deren Lösungen, von verschiedenen Gläsern und Mineralien haben mir viele schöne Beispiele dieser Wirkungen dargeboten; und nachdem ich die Oertlichkeit dieser Wirkungen in Bezug auf Fraunhofer's Hauptlinien, und die Intensität derselben als abhängig von der Dicke des absorbirenden Mittels und der Helligkeit des Spectrums bestimmt hatte, war ich im Stande, alle dergleichen Verbindungen zu unterscheiden, blofs indem ich durch sie hin ein wohl ausgebildetes Spectrum betrachtete. Selbst in den Fällen, wo das Auge zwischen den Farben zweier Substanzen, die specifisch verschiedene Wirkungen auf das Licht ausübten, keinen Unterschied wahrnehmen konnte, war die Unterscheidung sogleich bewirkt, wenn man sie durch ein Medium von Normalfarbe beschaute.

Da einige dieser Körper das Spectrum zugleich in *zwei, drei, vier,* selbst *fünf* und mehren Punkten angriffen, so wurde es wahrscheinlich, dafs die Anzahl und Intensität solcher Actionen abhange von der Anzahl und Natur der elementaren Bestandtheile dieser Körper, oder, was fast dasselbe ist, dafs man die Summe aller einzelnen Wirkungen solcher Elemente beobachte. Der nächste Schritt in der Untersuchung war daher, die Wirkung der elementaren Körper auf das Sonnenspectrum zu ermitteln. Diese Untersuchung ist nicht auf die farbigen Körper beschränkt, denn es ist wohl möglich, dafs ein Körper vollkommen weifses Licht hindurchläfst, und doch

1) Auszugsweise mitgetheilt in dies. Annal. Bd. XXIII S. 435.

eine bestimmte absorbirende Wirkung auf verschiedene Theile des Spectrums ausübt. Die einzige physische Wirkung, welche hier erfordert wird, ist: dafs die Summe aller der so absorbirten Strahlen weifses Licht erzeuge.

Die ersten Substanzen, welche ich untersuchte, waren *Schwefel* und *Joddampf*. Der *Schwefel* griff das *violette* Ende des Spectrums mit grofser Kraft an, und, mit Arsenik zu Operment verbunden, zeigte sich seine absorbirende Kraft auf dieselben Farben bedeutend verstärkt. Selbst durch den dünnsten Splitter, den ich ablösen konnte, und der nicht über $\frac{1}{100}$ Zoll dick war, zeigte sich das Spectrum an der Gränze des *Grün* und *Indigfarbenen* wie in zwei Stücke geschnitten, und dieser Körper hatte die sehr ungewöhnliche Eigenschaft, bei grofser und kleiner Dicke fast gleiche Farbe zu besitzen. Bei vermehrter Dicke rückte die Absorption fast unmerklich von dem übrigbleibenden blauen Rand aus vor, und wenn sich die Durchsichtigkeit erhalten hätte, würde bei grofser Dicke das durchgelassene Licht sicher *roth* geworden seyn — eine Eigenschaft, welche man vorübergehend der dünnsten Platte mittheilen kann, blofs dadurch, dafs man sie erwärmt.

Der Joddampf wirkt mächtig auf die Mitte des Spectrums, und dehnt, bei gröfserer Dicke, seine Absorption gegen beide Enden hin aus; allein rascher gegen das violette Ende, so dafs sichtlich die Endfarbe ein homogenes Roth seyn würde [1]).

So weit diese beiden Versuche reichten, waren sie der Idee, die sich mir zuerst darbot, ungemein günstig. Nun wurde meine Aufmerksamkeit auf die Wirkung gasförmiger Körper geleitet, und den ersten Versuch machte ich mit *Salpetergas* [2]). Das Resultat dieses Versuchs zerstörte die Hypothese, die mir so annehmlich erschienen war,

1) Annal. Bd. XXVIII S. 380.

2) Annal. Bd. XXVIII S. 386.

vollkommen, und zeigte mir ein Phänomen, so ungewöhnlich in seinem Ansehen, so sehr die beiden rivalen Lichttheorien angehend, so weit die Hülfsmittel des practischen Optikers erweiternd, und so innig mit der Wurzel der Atomenlehre verknüpft, dafs ich überzeugt bin, es öffnet ein Feld zur Untersuchung, welches die Arbeiten der Physiker nicht in Jahrhunderten erschöpfen werden.

Das Spectrum von Newton und aller Naturforscher des 18ten Jahrhunderts war ein Lichtparallelogramm mit abgerundeten Enden, in welchem sich die *sieben* Farben ohne irgend eine Unterbrechung allmälig in einander verliefen. Die Helligkeit war ein Maximum in dem Gelb, und von da an nahm sie nach dem violetten und dem rothen Ende allmälig ab. Im Jahre 1808 kam Dr. Wollaston auf die glückliche Idee ein Lichtbündel zu untersuchen, welches durch eine, nur 0,05 Zoll breite Oeffnung gegangen war, und da sah er zu seiner Ueberraschung dasselbe senkrecht gegen seine Länge von sieben dunkeln Linien durchschnitten.

Etwa zehn oder zwölf Jahre darauf beobachtete der berühmte Fraunhofer, ohne Kenntnifs von Wollaston's Erfahrung zu haben, das durch kleine Oeffnungen geleitete Sonnenspectrum mit einem hinter dem Prisma aufgestellten Fernrohr, und entdeckte dabei in demselben gegen 600 dunkle Querlinien. Da er keine solche Linien in den Spectris weifser Flammen gewahrte, so nahm er an, sie verdankten ihre Entstehung der Natur des Sonnenlichts. Die stärksten Linien sah er in dem Spectrum des Mondes, des Mars und der Venus, und mittelst sehr scharfer Instrumente entdeckte er sie auch, neben andern neuen Linien, in den Spectris des Sirius und des Castor.

Diefs war der Stand der Sache als ich den bereits erwähnten Versuch mit Salpetergas anstellte. Als ich Lampenlicht, welches durch eine wenig dicke und sehr blafs strohgelbe Schicht dieses Gases gegangen war, mit

einem schönen Bergkrystall-Prisma, dessen brechender Winkel möglichst grofs war (nahe 78°), untersuchte, beobachtete ich zu meinem Erstaunen das Spectrum durchschnitten von hunderten von Querlinien, die weit deutlicher waren als die im Sonnenspectrum. Am schärfsten und dunkelsten waren diese Linien in dem violetten und blauen Raume, schwächer in dem grünen, und ungemein schwach in dem gelben und rothen. Bei vergröfserter Dicke der Gasschicht wurden die Linien indefs in dem gelben und dem rothen Raume immer deutlicher, in dem violetten und blauen aber breiter; eine allgemeine Absorption rückte vom violetten Ende aus vor, während eine specifische an jeder Seite der festen Linien im Spectrum sich ausdehnte. Es war nicht leicht eine solche Gasschicht von solcher Dicke zu erhalten, dafs Linien am rothen Ende entstanden; allein ich fand, dafs Erwärmung die Absorption eben so verstärkte wie die Vermehrung der Dicke; durch Erhitzung einer Röhre mit Gas von 0,5 Zoll Dicke erhielt ich in den rothen Strahlen jede Line und Zone ganz deutlich.

Die Fähigkeit der Wärme, ein fast farbloses Gas ohne Zersetzung so roth wie Blut zu machen, ist an sich eine höchst sonderbare Thatsache; und noch mehr ward mein Erstaunen gesteigert, als es mir späterhin gelang, *dasselbe blasse Salpetergas durch Hitze so vollständig schwarz zu machen, dafs nicht ein Strahl der hellsten Sommersonne durchzudringen vermochte.* Bei Anstellung dieses Versuchs zerspringen die Röhren häufig; allein wenn man dicke Handschuhe und eine Maske von Glimmer anwendet, auch die Röhren in Blechcylinder legt, mit engen Schlitzen zum Durchsehen, so ist wenig Gefahr vor einem ernsten Unfall.

Im flüssigen Zustand erzeugt das Gas keine der beschriebenen Linien; es übt auf das Spectrum keine andere Wirkung aus, als jede andere Flüssigkeit von derselben Orangenfarbe.

Bei Untersuchung des Sonnenspectrums scheint Fraun-

hofer seine ganze Thätigkeit auf die Bestimmung der Lage der Hauptlinien *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *b*, *F*, *G*, *H* [1]) verwandt zu haben; er wählte diese in möglichst gleichen Abständen aus, um ihre Winkelabstände in verschiedenen Mitteln zu messen, und so die genausten Data zur Construction achromatischer Fernröhre zu erhalten. Dergleichen Messungen hat er mit der gröfsten Genauigkeit bei verschiedenen Gattungen von Kron- und Flintglas, so wie einigen Flüssigkeiten angestellt, und so den practischen Optiker in den Stand gesetzt, achromatische Objective mit einer bis dahin unerhörten Sicherheit und Vollkommenheit zu verfertigen.

Wiewohl diese Methode von hohem Werthe ist, so läfst sie sich doch nicht leicht ausführen, und wegen der feinen Beobachtungen, welche sie nöthig macht, haben wir Ursache zu glauben, dafs sie, aufser Fraunhofer, noch von keinem Künstler angewandt worden sey. Die Erlangung von Prismen aus der anzuwendenden Glasmasse, von hinlänglicher Reinheit, um so schmale Linien, wie *E* oder die Doppellinie *D* [2]) zu zeigen, — der öftere Mangel an Sonnenlicht, das Beobachten und Messen der festen Linien in einem beständig fortrückenden Spectrum sind unüberwindliche Hindernisse für die allgemeine Anwendung einer so feinen Methode zur Messung der Dispersionen.

Aller dieser Schwierigkeiten sind wir durch die Entdeckung der Linien in dem Salpetergas-Spectrum vollständig überhoben. Da die Linien, welche erforderlich sind, so breit und schwarz als beliebt gemacht werden können, so sind Prismen von gewöhnlicher Reinheit hinlänglich, sie mit vollkommener Deutlichkeit zu zeigen.

1) Sechs dieser Linien, nämlich *B*, *D*, *b*, *F*, *G* und *H*, wurden schon von Wollaston entdeckt.

2) Diese Linien sind auch die wichtigsten, da der hellste Theil des Spectrums zwischen ihnen liegt.

Das künstliche Licht einer Lampe ist jederzeit zu haben, und da die Strahlen desselben vollkommen unbeweglich bleiben, so kann der wenigst geübte Beobachter die Abstände der festen Linien ohne Schwierigkeit messen und so sich alle Data zur Verfertigung achromatischer Instrumente mit der äufsersten Genauigkeit verschaffen.

Es ist indefs nicht blofs dieser practische Zweck, zu welchem diese Gas-Linien ungemein anwendbar sind. Unter den verschiedenen starren und flüssigen Körpern in der Natur giebt es sehr wenige rein und durchsichtig genug, um durch sie hin die Linien des Sonnenspectrums wahrzunehmen, und die Refraction und Dispersion dieser Körper mit bedeutender Genauigkeit zu messen; dagegen lassen sich die Gas-Linien deutlich machen, wie unvollkommen das Sonnenspectrum auch zu erhalten seyn mag. Zur Bestimmung der verschiedenen Elemente der Doppelbrechung und Polarisation, und zu allen optischen Untersuchungen, wo die Phänomene mit der Brechbarkeit variiren, werden die Gas-Linien künftig von höchster Wichtigkeit seyn.

Wären die Linien im Sonnenspectrum bedeutend breiter als sie es sind, so möchten wir vielleicht im Stande seyn, die Temperatur aller der Theile des Spectrums, wo kein Licht vorhanden ist, mittelst kleiner Thermometer zu ermitteln, und so zu bestimmen, ob Licht- und Wärmestrahlen besondere und von einander unabhängige Ausflüsse (*Emanations*) sind. Das Salpetergas-Spectrum, worin die Linien beliebig breit gemacht werden können, bietet die Möglichkeit dar, diesen und andere interessante Versuche anzustellen, und dadurch viele wichtige Fragen in der Theorie von strahlenden Substanzen zu entscheiden.

Aus mancherlei Versuchen über die Absorptionskraft farbiger Mittel war ich zu einem allgemeinen Satz gelangt, welcher mir, beim damaligen Znstand der Untersuchung, nicht unwichtig schien. Die Punkte des Maximums der

Absorption zeigten nämlich deutlich ein Zusammenfallen mit einigen der Hauptlinien im Sonnenspectrum, und deuteten darauf hin, dafs diese Linien schwache Stellen des Spectrums seyen, auf welche die Elemente materieller Substanzen, entweder der Sonnenatmosphäre oder der farbigen Mittel, vorzugsweise Einfluſs ausüben. Diese Wirkungen waren jedoch so unbestimmt, dafs sie, ausgenommen bei dem oxalsauren Chromoxyd-Kali, einem Salze von höchst merkwürdigen Eigenschaften [1]), niemals in Gestalt von Linien oder deutlichen Zonen auftraten. Die entstandenen dunkeln Stellen, und also die Erscheinungen der gewöhnlichen Absorption konnten mithin, ungeachtet des von mir beobachteten allgemeinen Zusammenfallens mit den Hauptlinien des Sonnenspectrums, doch nicht in ihrer Ursache mit letzteren indentificirt werden.

Die Aehnlichkeit der Erscheinungen bewog mich indefs, die Linien des Sonnenspectrums achtsam mit denen des Salpetergases zu vergleichen, und es erforderte nicht viele Versuche, um darzuthun, dafs zwischen beiden Linien eine höchst merkwürdige Coincidenz stattfinde. Um diefs augenfällig zu machen, bildete ich ein Sonnen- und ein Gas-Spectrum, mit Licht, welches durch die nämliche Oeffnung gegangen war, so dafs die Linien des einen dicht neben denen des andern standen, wie die Theilstriche eines Nonius neben denen des Limbus eines getheilten Kreises; leicht war es dann über die Coincidenz oder Nichtcoincidenz zu entscheiden. Hierauf liefs ich beide, mit Sonnenlicht gebildete Spectra, einander decken, und so zeigten sich dann auf Einem Felde beide Liniensysteme mit allen ihren Coincidenzen und scheinbaren Abweichungen von diesen. Professor Airy, dem ich diesen Versuch zeigte, machte die Bemerkung, er sähe die eine Reihe von Linien durch die andere; diefs ist eine genaue Beschreibung eines Phänomens, welches

1) Siehe Annal. Bd. XXXVII S. 315.

sowohl für das Auge als für den Verstand eins der glänzendsten in der physischen Optik ausmacht.

Die so mit dem Auge erkennbare allgemeine Coincidenz erfordert eine nähere Auseinandersetzung. Wiewohl einige der breiteren Linien im Gas-Spectrum mit breiteren Linien im Sonnenspectrum zusammenfallen, so coincidiren doch häufig schwache und schmale Linien in dem einen mit starken und breiten in dem andern. In dem Gasspectrum zeigten sich einige starke Linien und selbst breite Zonen, zu welchen ich in Fraunhofer's Abbildung des Sonnenspectrums nicht die entsprechenden aufzufinden vermochte. Diese Unähnlichkeit setzte mich anfangs in Verlegenheit, und, da ich sie in Theilen des Spectrums beobachtete, wo Fraunhofer jede von ihm mit den schärfsten Instrumenten gesehene Linie aufgezeichnet hat, so gab ich alle Hoffnung auf, jemals ein allgemeines Princip der Identität dieser Linien aufzufinden. Ich war daher genöthigt, entweder dieses Princip als ein widerlegtes oder vielmehr von der Erfahrung nicht bestätigtes aufzugeben, oder Fraunhofer's Zeichnung als fehlerhaft zu betrachten, und die herkulische Arbeit der Entwerfung eines besseren Bildes vom Spectrum zu unternehmen.

Die Vortrefflichkeit der Instrumente Fraunhofer's, die feinen Beobachtungsmittel, die ihm zu Gebote standen, und seine grofse Geschicklichkeit als Beobachter — schreckten mich lange ab, auch nur einen Versuch zur Wiederholung seiner Untersuchung des Spectrums zu wagen. — Bei meinen untergeordneten Mitteln und dem ungünstigen Klima meines Wohnortes würde ich einen solchen Versuch für verwegen gehalten haben. Allein bei dem erwähnten Vergleich der Sonnen- und der Gaslinien hatte ich in Fraunhofer's Zeichnung grobe Irrthümer und unerklärliche Auslassungen entdeckt. Ich war daher geneigt, Hrn. H. F. Talbot's Vermuthung (dem ich die Thatsache zeigte, und der dasselbe Zutrauen, wie

ich, in Fraunhofer's Genauigkeit setzte) anzunehmen, dafs in dem Sonnenlicht selbst eine Veränderung eingetreten sey, und daher die Zeichnung des baierschen Physikers für die Zeit, in der sie entworfen wurde, ganz richtig könnte gewesen seyn. Diese Voraussetzung wurde indefs immer unhaltbarer, je weiter ich in der Identification beider Klassen von Linien vorschritt; und sie mag es rechtfertigen, wenn ich eine neue Zeichnung des Spectrums zu unternehmen versucht habe.

Der Apparat, über den ich bei dieser Untersuchung zu verfügen hatte, bestand aus zwei sehr schönen, von mir selbst verfertigten Bergkrystall-Prismen, einem hohlen Prisma aus parallelen Glasplatten von beträchtlicher Gröfse zur Füllung mit Flüssigkeiten, einem schönen Fraunhofer'schen Prisma aus Tafelglas, welches ich Hrn. Talbot verdanke, einer bedeutenden Menge von Cassia- und Zimmtöl, welche mir Hr. George Swinton aus Bengalen geschickt hatte, einem guten achromatischen Fernrohr von Berge, und einem vortrefflichen Fadenmikrometer von Troughton. Zu diesem Apparate fügte Hr. Robinson noch zwei wichtige, von seiner eignen Hand angefertigte Vorrichtungen, nämlich ein messingenes Stativ mit veränderlicher Oeffnung zum Durchlassen des einfallenden Lichts, und ein anderes zum Halten und Zurechtstellen der Prismen vor dem Objective; späterhin lieh mir auch Hr. James South seinen schönen fünffüfsigen Dollond'schen Achromaten.

Nach einiger Uebung in dem Beobachten des Spectrums entdeckte ich die meisten Linien, welche ich in Fraunhofer's Zeichnung vergebens als die entsprechenden des Gasspectrums aufgesucht hatte. Ich sah recht deutliche Gruppen, von denen Er nur eine Linie angegeben hat, und eben so dunkle Zonen und scharf begränzte Linien, welche er durch seine Beobachtungsweise nicht zu entdecken vermochte. Nachdem ich alle Hauptgestaltungen des Spectrums aufgezeichnet hatte, konnte

ich nun beide Linien-Klassen Schritt vor Schritt untersuchen. Die Wirkung des Gases auf Linien im Spectrum zeigte sich durch ein schwaches Breitermachen, und diese Verbreiterung einer Sonnenlinie zeigte das Daseyn einer entsprechenden Linie in dem Gasspectrum an.

Durch diesen doppelten Procefs und durch Beobachtungsmethoden, welche, glaube ich, früher nie bei optischen Untersuchungen angewandt worden sind, bin ich im Stande gewesen drei verschiedene Abbildungen des Spectrums zu verfertigen. Die *erste* zeigt die Linien des Sonnenspectrums, die *zweite* dasselbe Spectrum und zugleich die Wirkung des Salpetergases auf Sonnenlicht, welchem vorher eine Anzahl seiner bestimmten Strahlen genommen sind, und die *dritte* die Wirkung dieses Gases auf ein continuirliches und unterbrochenes Spectrum von künstlichem weifsen Licht. Der Maafsstab dieser Zeichnungen ist im Allgemeinen *viermal* gröfser als der bei Fraunhofer; allein einige Theile sind *zwölfmal* gröfser als bei jenem dargestellt, weil es sonst unmöglich gewesen wäre, die schmalen Zwischenräume der vielen von mir entdeckten Linien und Zonen darzustellen. Die Länge des Fraunhofer'schen Spectrums beträgt 15,5 Zoll; das meine hält, nach demselben Maafsstabe, 17 Zoll. Die Länge des ganzen von mir gezeichneten Spectrums beträgt ungefähr *fünf Fufs* und *acht Zoll*, und die Länge des Spectrums, nach dem Maafsstabe, nach dem ich einzelne Theile gezeichnet habe, würde *siebzehn* Fufs betragen.

Fraunhofer giebt in seiner Abbildung 354 Linien an; in der meinigen ist das Spectrum in mehr als 2000 sichtbare und leicht erkennbare Stücke getheilt, welche durch mehr oder weniger deutliche Linien getrennt sind, je nachdem das einfache Sonnenspectrum oder das combinirte Sonnen- und Gasspectrum, oder das Gasspectrum allein, in welchen man den dunkeln Räumen jede beliebige Breite geben kann, angewandt worden ist.

Die Vermuthung des Hrn. Talbot veranlafste mich, den Zustand der unausgebildeten Sonnenlinien zu verschiedenen Jahreszeiten sorgfältig zu beobachten, um zu sehen, ob in dem Verbrennungsprocefs, durch den das Sonnenlicht vielleicht erzeugt wird, oder in der Sonnenatmosphäre, welche dieses Licht durchdringen mufs, irgend eine Veränderung stattfände. In allen Arten irdischer Flammen habe ich dergleichen Veränderungen sehr häufig wahrgenommen. Die bestimmten gelben Strahlen, welche fast in allen weifsen Lichtarten vorhanden sind, flackern mit veränderlichem Glanz; und analoge Strahlen steigen in dem *grünen* und dem *blauen* Raume vom Grunde der Flamme auf, und zeigen dieselbe Unbeständigkeit in ihrer Helligkeit. Während des Winters beobachtete ich in dem *blauen* und dem *rothen* Raume deutliche Linien und Zonen, welche zu anderen Zeiten gänzlich fehlten. Allein eine aufmerksame Vergleichung dieser Beobachtungen zeigte bald, *dafs diese Linien und Streifen von der Nähe der Sonne an dem Horizont abhingen, und also durch die Absorptionskraft der Erdatmosphäre erzeugt wurden.* Ich stehe daher nicht an zu behaupten, dafs während der Dauer meiner Beobachtungen keine Veränderung in den dunkeln Linien oder hellen Zonen des Sonnenspectrums stattgefunden hat. Diefs Resultat scheint anzudeuten, dafs das, was wir von der Sonne sehen, keine Flamme im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist, sondern ein starrer Körper, der durch eine intensive Hitze in helles Glühen versetzt ist.

Die atmosphärischen Linien, wie sie genannt werden mögen, oder die Linien und Streifen, welche durch die Elemente unserer Atmosphäre absorbirt werden, erreichen das Maximum von Deutlichkeit, wenn die Sonne unter den Horizont sinkt. Ihr Studium wird daher in einem Klima, wo dieser Himmelskörper, selbst an einem heiteren Tage, fast immer in Wolken eingehüllt wird, aufserordentlich schwierig; allein da ich jeden günstigen

Moment zur Beobachtung benutzte, so bin ich im Stande gewesen, eine mäfsig genaue Zeichnung vom atmosphärischen Spectrum anzufertigen.

Sonderbarerweise wirkt die Atmosphäre sehr stark auf die Linie *D* herum und auf den Raum dicht an der wenigst brechbaren Seite derselben. Sie erzeugt eine schöne Linie in der Mitte der Doppellinie *D*, und durch Vergröfserung einer Gruppe kleiner Linien an der rothen Seite von *D* bringt sie einen Streif hervor, fast so dunkel als die dreifache Linie *D* selbst. Im Allgemeinen macht sie alle Linien breiter; allein besonders die dunkelste, welche ich *m* nenne, zwischen *C* und *D*. Sie entwickelt einen Streif an der wenigst brechbaren Seite von *m*, wirkt eigenthümlich auf mehre Linien und erzeugt einen abgesonderten Streif an der brechbarsten Seite von *C*. Die Linien *A*, *B* und *C* werden bedeutend breiter, und zwischen *A* und *B*, so wie überhaupt in dem ganzen rothen Raum werden Linien und Streifen entwickelt.

Viele dieser Linien sind schon im Sonnenspectrum vorhanden, und werden nur durch die Atmosphäre breiter gemacht. Ich zweifle nicht, dafs man sie nicht auch in dem Spectrum des Lichts von glühendem Kalk sehen werde, wenn man diefs Licht durch eine Polyzonallinse verdichtete und eine Strecke von dreifsig (engl.) Meilen durch die Atmosphäre gehen liefse.

Auf eine weniger scharfe Weise zeigt sich die Absorptionskraft der Atmosphäre in der Hervorbringung von dunkeln Streifen, die nicht scharf begränzt sind. Ein sehr merkwürdiger schmaler Streif, welcher einem der vom Salpetergase erzeugten entspricht, liegt an der brechbarsten Seite von *C*. Ein anderer sehr breiter findet sich an der brechbarsten Seite von *D*, dicht an einem scharf begränzten und breiten Streif von gelbem Licht, und entwickelt durch die allgemeine Absorption des entsprechenden Theils vom darüber liegenden blauen Spectrum. Auch bei einer Liniengruppe an der Stelle, wo **Wollaston**

seine Linie *C* setzt, findet sich eine unvollkommen begränzte atmosphärische Action.

Diese allgemeine Beschaffenheit der atmosphärischen Linien führt nicht nur zu der merkwürdigen Thatsache, daſs dieselben absorbirenden Elemente, welche im Salpetergase vorhanden sind, auch in der Atmosphäre der Sonne und der Erde existiren, sondern läſst uns auch aus der Untersuchung der Spectra der Planeten sehr interessante Resultate erwarten [1]). Fraunhofer hat in dem Spectrum der Venus und dem des Mars einige der Hauptlinien des Sonnenspectrums entdeckt. Dieſs ist in der That eine nothwendige Folge der Erleuchtung dieser Planeten durch die Sonne; denn keine Veränderung, welche das Licht der letzteren etwa erleidet, ist im Stande

1) Sollte man nicht auch aus dieser Wirkung der Atmosphäre berechtigt seyn, die Verschiedenheit, welche Brewster in Betreff der Linien im Sonnenspectrum zwischen seinen Beobachtungen und denen Fraunhofer's wahrgenommen hat, davon herzuleiten, daſs Ersterer in einer weit dickeren Atmosphäre beobachtete als Letzterer. München liegt etwa 1600 Par. Fuſs, Allerly, der Wohnort des Dr. Brewster, vermuthlich nicht viel über dem Meere. Sehr wahrscheinlich hat der schottische Physiker nicht gerade immer beim höchsten Stande der Sonne, d. h. zur Mittagszeit beim Sommersolstitium, beobachtet; allein selbst dann würden die Sonnenstrahlen, ehe sie bei ihm auf das Prisma fielen, ungefähr 1900 Par. Fuſs mehr als bei Fraunhofer in der Atmosphäre zurückgelegt haben, und zwar in einer Atmosphäre von solcher Dichte, wie sie, durchschnittlich genommen, in München nicht existirt. Ein Umstand, der noch für diese Vermuthung zu sprechen scheint, ist der, daſs Brewster zwar Linien sah, wo Fraunhofer keine bemerkte, und doppelte, wo letzterer nur einfache wahrnahm, daſs ihm aber der umgekehrte Fall, wenigstens seiner Angabe nach zu schlieſsen, nicht begegnete. Und doch sollte man meinen, daſs Fraunhofer, wenn er wirklich so fehlerhaft beobachtet hätte, wie es Brewster zu glauben scheint, auch einmal Linien gezeichnet hätte, wo Letzterer keine erblicken konnte. Bei der hohen Vollkommenheit alles dessen, was aus Fraunhofer's Händen hervorgegangen ist, glaube ich, darf diese Vermuthung so lange gehegt werden, bis Erfahrung das Gegentheil beweist. *P.*

die Strahlen zu ersetzen, welche es verloren hat. Allein während wir in den Spectris der Planeten und ihrer Satelliten alle die in dem Sonnenspectrum fehlenden Linien finden müssen, können wir zuversichtlich erwarten andere anzutreffen, welche aus dem doppelten Durchgange des Sonnenlichts durch die Atmosphäre jener Planeten entspringen.

## III. *Ueber die Beweise eines allmäligen Emporsteigens gewisser Landstriche in Schweden; von Hrn. Charles Lyell jun.*

(*Phil. Transact. f.* 1835, *Pt. I. p.* 1)

Es ist jetzt mehr als ein Jahrhundert seit der schwedische Naturforscher Celsius die Meinung aussprach, dafs nicht nur der Spiegel der Ostsee, sondern auch der des ganzen nördlichen Oceans in allmäligem Sinken begriffen wäre. Den Betrag dieses Sinkens setzte er auf vierzig schwedische Zoll in einem Jahrhundert. Er bemerkte, dafs verschiedene Felsen, welche nicht lange zuvor noch unter Wasser befindlich, und den Schiffern gefährlich gewesen, seitdem aus dem Wasser hervorgetreten wären; dafs das Meer längs seinen Küsten beständig neue Landstriche trocken lege; dafs ehemalige Hafenplätze zu Binnenorten geworden; und dafs, nach dem Zeugnifs bejahrter Fischer und Seefahrer, bei deren Lebzeiten an sehr vielen Orten beträchtliche Veränderungen mit der Ost- und Nordsee vorgegangen wären, sowohl in der Gestalt der Küste als in der Tiefe des Wassers. Endlich berief er sich darauf, dafs vor seiner Zeit Marken in Felsen eingegraben worden, eigends um den früheren Wasserstand zu bezeichnen, und dafs der zu seiner Zeit unter diesen Marken läge.

Diese

Diese Meinung von einer stets fortschreitenden Veränderung in der relativen Lage des Landes und der See wurde anfangs lebhaft bestritten, und man führte viele Thatsachen an, zum Beweise, dafs selbst in der Ostsee kein allgemeines Sinken des Wasserstandes stattgefunden habe. Einige vermutheten, es möchten die Beobachtungen wohl fehlerhaft seyn, da die Ostsee, obwohl ohne Fluth und Ebbe, doch durch Schmelzen von Schnee oder durch Vorherrschen gewisser Winde sich oft auf mehre Tage um zwei bis drei Fufs über ihren mittleren Stand erhebe. Andere machten die Bemerkung, die Veränderungen in der Form der Küste und der Tiefe des Wassers möchten wohl zum Theil, in der Nähe von Flufsmündungen, von Anschwemmungen herrühren, zum Theil auch davon, dafs grofse Felsblöcke durch Eisschollen herangetrieben, zuweilen gestrandet, und auf Gestein und niedrige Inseln abgesetzt wären, die dann dadurch erhöht worden.

Im Jahre 1802 äufserte Playfair in seinen »*Illustrations of the* Huttonian *Theory*,« die vermuthete Veränderung in dem relativen Niveau der See und des Landes in Schweden, welche ihm hinreichend festgestellt erschien, möchte eher einer Bewegung des Landes als einer des Wassers zuzuschreiben seyn.« Er bemerkte, »dafs, um das absolute Niveau des Meeres an irgend einem Orte um eine gegebene Gröfse zu senken oder zu heben, man dasselbe um die nämliche Gröfse auf der ganzen Erdoberfläche senken oder heben müfste; wogegen in Bezug auf die Hebung oder Senkung eines Landes keine solche Nothwendigkeit vorhanden sey [1]).« Diese Hypothese vom Emporsteigen des Landes, setzt er hinzu, »stimme wohl mit der Hutton'schen Theorie, welche behaupte, die Continente seyen der Einwirkung unterirdischer Expansivkräfte (*expansive forces of the mineral regions*) unterworfen, seyen durch diese Kräfte wirklich

1) §. 393.

gehoben worden, und würden noch jetzt durch sie in ihrer Lage erhalten [1]).«

Nach Rückkehr von einer Reise in Skandinavien, i. J. 1807, sprach L. v. Buch seine Ueberzeugung aus: »daſs das ganze Land von *Frederickshall* in Schweden bis nach Åbo in Finnland und vielleicht bis *Petersburg* in langsamem und unmerklichem Emporsteigen begriffen sey.« Zu diesem Schluſs gelangte er, wie es scheint, hauptsächlich durch Nachrichten, die er von den Einwohnern empfangen, zum Theil auch durch das Vorkommen von Seemuscheln lebender Species, welche er an verschiedenen Punkten der Küste von Norwegen über dem Meeresspiegel angetroffen hatte.

Seit dem Beginn der Verhandlungen über das Sinken der Ost- und Nordsee hat man zu verschiedenen Zeiten sowohl auf Inseln als auf dem Festlande in einzelne freiliegende Felsen Wahrzeichen nebst der Jahreszahl eingehauen, um damit den damaligen Wasserstand zu bezeichnen. Alle diese Zeichen wurden in den Jahren 1820 und 1821 durch die Officiere der Lootsen-Anstalt von Schweden untersucht und darüber der K. Academie in Stockholm ein Bericht erstattet, in welchen sie als das Resultat ihrer Messungen erklärten, daſs längs der ganzen Küste des nördlichen Theils vom bothnischen Meerbusen das Wasser in Bezug zum Lande niedriger stände als ehemals, und daſs der Betrag dieser Veränderung des Wasserstandes nicht gleichmäſsig gewesen. In diesem Bericht wurden zugleich die Marken beschrieben, welche in den Jahren 1820 und 1821 gemacht worden,

1) Um diesen Satz in das rechte Verhältniſs zu dem folgenden zu bringen, hätte indeſs noch hinzugefügt werden sollen, daſs Playfair's Ausspruch selbst in England ganz unbekannt und unbeachtet geblieben ist, in dem Grade, daſs, als später Hr. L. v. Buch aus eigner Erfahrung die nämliche Ansicht aufstellte (ohne bei der damaligen Continentalsperre Kenntniſs von Playfair's Werk haben zu können), Niemand dort derselben Glauben schenkte. *P.*

um den zur Zeit der Aufnahme beobachteten Meeresspiegel festzusetzen [1]).

Ungeachtet der vielfach beigebrachten Beweise von der Veränderung des Meeresspiegels und trotz der hohen Autoritäten, die sich für dieselbe ausgesprochen hatten, fuhr ich doch fort, wie viele Andere, einige Zweifel an der Wirklichkeit der Erscheinung zu hegen, theils weil ich vermuthete, sie würde sich durch gewöhnlichere Ursachen, dergleichen vorhin erwähnt wurden, erklären lassen, theils weil es mir unwahrscheinlich schien, dafs solch grofse Wirkungen unterirdischer Expansion in Ländern wie Schweden und Norwegen stattfinden sollten, welche innerhalb geschichtlicher Zeiten so merkwürdig von heftigen Erdbeben verschont blieben. Die langsame, fortwährende und unmerkliche Hebung eines grofsen Landstrichs ist ein Vorgang so verschieden von dem plötzlichen Emporsteigen oder Einsinken, welches bekanntermafsen in gewissen Gegenden die intermittirende Wirkung der Erdbeben und Vulcane begleitet hat, dafs sie Beweise von mehr als gewöhnlicher Stärke zu ihrer Bestätigung zu erfordern schien. Gern bekenne ich jedoch, dafs, nachdem ich alle vor meiner letzten Reise veröffentlichten Angaben für und gegen die Wirklichkeit einer Niveauveränderung von Schweden durchgelesen hatte, meine Zweifel unhaltbar erschienen; doch will ich damit nicht bestreiten, dafs zur Feststellung einer so merkwürdigen Erscheinung die Beweise nicht genug gehäuft werden können.

Ich will daher der K. Gesellschaft die Beobachtungen vorlegen, welche ich im Sommer 1834 machte, um mich selbst von den Thatsachen zu überzeugen, die als Zeugnisse für die Hebung gewisser Theile der östlichen und der westlichen Küsten Schwedens angeführt werden. Da viele der Beweise nur aus Unterredungen mit den Einwohnern geschöpft worden sind, so ist wohl nicht

1) Siehe diese Annal. Bd. II S. 308. *P.*

unpassend zu erwähnen, dafs ich auf meiner ganzen Reise von einem wohl unterrichteten Schweden, Hrn. Johnson, begleitet ward, welcher mir, bei seiner gründlichen Kenntnifs der englischen Sprache, als Dollmetsch vortreffliche Hülfe leistete.

Auf meinem Wege nach Schweden besuchte ich die östlichen Küsten der dänischen Inseln *Möen* und *Seeland;* allein weder dort, noch späterhin in *Schonen*, konnte ich irgend ein Zeichen neuerer Hebungen des Landes entdecken, noch bei den Einwohnern den Glauben an einem solchen Ereignisse vorfinden. Längs der Küste der Ostsee fortreisend, war der erste Ort, welchen ich besuchte, und wo eine Hebung stattgefunden haben soll, die Hafenstadt *Calmar* unter 56° 41′ N.B. Im Süden der Stadt liegt das alte Schlofs, in welchem 1397 die berühmte Union zwischen Schweden, Dänemark und Norwegen unterzeichnet wurde. Das Schlofs soll sich von einer noch früheren Periode her in seinem gegenwärtigen Zustande erhalten haben. Schon im Jahre 1030 war daselbst ein Kastell (siehe Ankarsvard's Werk über das Schlofs zu Calmar).

Zwei runde Thürme schliefsen die Aufsenwerke dieses Kastells nach der Seeseite hin. Als ich wahrnahm, dafs die Grundmauer des einen auf dem Ufer stand, nur zwei Fufs über dem jetzigen Wasserspiegel, und dafs bis zu ihr heran erst unlängst Meergras hinaufgespült worden war, glaubte ich anfangs, dafs hier in den letzten vier oder fünf Jahrhunderten kein Sinken der Ostsee stattgefunden haben könnte, weil man sonst annehmen müfste, dafs ein Theil des Thurms ursprünglich unter Wasser erbaut worden sey. Allein bei näherer Besichtigung ward ich zu der Vermuthung geführt, dafs dem so sey, dafs wirklich das Fundament ursprünglich unter dem Wasser gelegt worden. Ungefähr zwei Fufs über der Grundfläche des Thurms (Fig. 1 Taf. I) und etwa vier Fufs über dem jetzigen Meeresspiegel, ist der Thurm mit ei-

ner ausspringenden ein Fuſs dicken Steinlage (*a*) verse-hen. die ihn wie ein Reif umgiebt. Dieser ausspringende Wulst ist von weichem Stein, und über demselben sind die Steine groſs und auf der Oberfläche geebnet. Allein unter dem Wulste finden sich mehre Lagen dünner Platten eines anderen Steins (*b*) mit Mörtelschichten dazwischen [1]). Es schien mir, diese rohen Platten und Mörtelschichten möchten nicht ursprünglich unter Wasser aufgemauert seyn, und der ausspringende Wulst könnte wohl an dem Gebäude, welches jetzt ungefähr 25 Fuſs Höhe hat, der sichtbare Fuſs gewesen seyn. Diese Idee wird durch den Umstand wahrscheinlicher, daſs das Schloſs bekanntermaſsen oft gegen Angriffe von der Seeseite her vertheidigt worden ist. Seitdem bin ich durch unsern ausgezeichneten Architecten, Hrn. Wilkins belehrt worden, es sey nach allgemeiner Analogie mit Wasserbauten höchst wahrscheinlich, daſs die Reihen von Schiefergestein unter Wasser gemauert wurden und bloſs der ursprüngliche Wulst über dem Meeresspiegel gesehen werden sollte. Sieht man diese Vermuthung als gegründet an, so würde folgen, daſs seit der Erbauung des Thurms, oder seit den letzten vier hundert Jahren und darüber, eine weit geringere Hebung des Landes stattgefunden als einige Schriftsteller angenommen haben, denn sie würde während dieser Zeit nicht mehr als vier Fuſs betragen haben. An einer Seite des Schlosses ist der Graben, der, glaube ich, früher aus der See mit Wasser versehen wurde, jetzt zum Theil trocken und auf dem Boden mit Gras bewachsen. Er ist vielleicht zum Theil mit Sand und Schlamm ausgefüllt, doch kann auch eine geringe Hebung des Bodens zu seiner Austrocknung beigetragen haben. Ein Garten auf neugewonnenem Lande in dem Hafen, zwischen der Stadt und dem Schloſs, an einer Stelle, wo vor einem halben Jahrhundert noch Meer war, zeigt deutlich, daſs die Ablagerung erdiger Massen an dieser Küste zuweilen rasch vor sich gegangen ist.

1) Bis *c* steigt die See bei *hohem Wasserstande*.

Von *Calmar* reiste ich nach *Stockholm*, wo ich so schlagende geologische Beweise entdeckte, dafs, seit die Ostsee von ihren jetzigen Testaceen-Species bewohnt wird, eine Veränderung in der Lage des Landes zum Wasser stattgefunden haben mufs.

Das Land um Stockholm ist im Allgemeinen niedrig, steigt selten zu mehr als 150 Fufs über dem Meeresspiegel auf. Die Hauptgesteine sind Granit und Gneifs, welche oft ganz nackt, meistens eine glatte und abgerundete Oberfläche zeigen, wie wenn sie lange Zeit den Boden des Meeres gebildet hätten, und durch beständige Reibung von Sand und Kies geschliffen und fast polirt worden wären. Eine Schicht von Geröll und Sand, hie und da in Lehm übergehend, bedeckt an einigen Orten den Felsen; allein selten ist sie von grofser Dicke, ausgenommen längs gewisser Linien, wo merkwürdige Höhenzüge von Sand und Grand, in Schweden *Sand-Äsar* genannt. Das schwedische Wort Äs entspricht dem schottischen »rigging,« für welches wir im Englischen keinen genau bezeichnenden Ausdruck besitzen. Die Äsar sind ungeheure Sandbänke, von funfzig bis mehren hunderten Ellen in Breite, und von funfzig bis mehr als hundert Fufs in Höhe; oft streichen sie mehre Meilen weit in ununterbrochenen Linien durch das Land, hin und wieder werden sie aber von schmalen Querthälern durchbrochen. Gewöhnlich laufen sie von Norden nach Süden, und hören an beiden Enden mit einem steilen Abhange auf; zuweilen sind sie auf ihren Rücken so schmal, dafs wenig mehr Raum als für einen Weg übrig bleibt. Sie liefern ein vortreffliches Material zum Strafsenbau, und viele der Landstrafsen in Schweden sind auf dem Rücken oder längs dem Fufse dieser Åsar fortgeführt, so dafs der Reisende vielfach Gelegenheit hat, die Gestalt und Beschaffenheit derselben zu beobachten. An Stellen, wo sie aus abgerundeten Geschieben, oft von Mannskopf-Gröfse, bestehen, ist keine Schichtung wahrnehmbar; wo sie aber, was

häufiger ist, aus Kies und feinem Sand zusammengesetzt sind, erweisen sie sich beständig geschichtet, auf gleiche Weise wie Sand und Kies in den Flufsbetten. Dünne Lagen ruhen in gröfser Anzahl auf einander, oft unter starken Neigungen. Allein diese Anordnung ist nur sichtbar, wo durch Graben nach Grand ein frischer Querschnitt entblöfst wird, denn das Material ist so locker, dafs es zusammenfällt und bald einen stumpfen Haufen bildet.

An einer andern Stelle werde ich einige Betrachtungen über den wahrscheinlichen Ursprung dieser Åsar mittheilen. Hier habe ich ihrer nur erwähnt, um die Lage einiger fossilen Muscheln, die ich beschreiben will, zu erklären. Vom Professor Nilson in Lund, einem Manne, der den Geologen durch sein schätzbares Werk über die Versteinerungen in Schonen wohl bekannt ist, habe ich erfahren, dafs Seemuscheln, ähnlich den in der Ostsee vorkommenden, bei Stockholm gefunden worden sind; und bald nach meiner Ankunft wurde ich auch vom Prof. Berzelius an den Ort hingeführt. Sie finden sich zu *Solna*, etwa eine Meile nordwestlich von der Stadt, am Fufse eines der grofsen Åsar. Ein solcher Rücken, welcher südwärts läuft und Stockholm durchschneidet, soll in den grofsen Kiesgruben beim Skantskull, in den südlichen Vorstädten, fossile Muscheln geliefert haben.

Die Fig. 2 wird zeigen, dafs zwischen dem Ås und den Kiesgruben zu Solna wenig mehr Raum als für die Strafse vorhanden ist. Die Gruben liegen zwischen der Kirche von Solna und dem öffentlichen Begräbnifsplatz von Stockholm. Sowohl in den Gruben als in dem anstofsenden Ås ist der Kies und Sand geschichtet, und im allgemeinen sind darin keine organischen Ueberreste zu entdecken; allein etwas unter dem Niveau der Strafse finden sich in den Gruben einige mit Pflanzensubstanzen gemengte Lehmlager, und diese enthalten Muscheln in Menge. Hauptsächlich bestehen sie aus *Cardium edule* und *Tellina baltica*, von denen viele noch beide Scha-

len besitzen. Auch Bruchstücke von *Mytilus edulis* kommen vor; und offenbar hatte hier eine grofse Anhäufung von ihnen stattgefunden, allein sie sind fast gänzlich zerstört worden, und nur noch erkennbar an der violetten Farbe, welche sie der ganzen Masse eingeprägt haben. Die übrigen Muscheln, welche ich fand, sind: Littorina crassior, Littorina littorea (die gemeine Kammmuschel) eine kleine Paludina, zu unserer englischen Paludina ulva gehörend, wenn nicht gar identisch mit ihr. Mytilus und Cardium sind alle von winziger Gröfse, wie sie in dem brakischen Wasser des benachbarten bothnischen Meerbusens gefunden werden, und überhaupt trägt die ganze Muschelanhäufung den Charakter der in der Ostsee vorkommenden. Die Schicht, worin sie enthalten sind, hat, nach des Obersten Hällström Bestimmung, eine Höhe von dreifsig Fufs über dem Spiegel der Ostsee, woraus deutlich erhellt, dafs die Ostsee, seit sie von den gegenwärtigen Testaceen bewohnt wird, ihren Stand gegen das Land um dreifsig Fufs geändert hat.

Auf die Frage, ob andere Beispiele von ähnlichen Muschelablagerungen bekannt wären, sagte mir Oberst Hällström, dafs er eine solche auf dem Gute *Orby*, bei *Bränkyrka*, etwa drei Meilen südlich von Stockholm, aufgefunden habe. Er war so gütig mich nach dem Orte hinzuführen; ich fand daselbst Sand- und Mergelschichten, auf dem Boden eines Thales, in einer offenen Gegend, deren Hauptgestein aus Gneifs besteht. Die Gegend liegt zwischen dem Mälar-See und der Ostsee.

Die Muscheln sind sehr zahlreich und stecken meist in einem Torfgrund, der Holzstücke enthält. Der Torf stammt vielleicht von Meergras her, von dem ich in einer Meeresbucht, bei *Sölvizborg*, grofse Massen, gemengt mit ähnlichen Muschelarten, frisch zusammengehäuft antraf. Die Identität der Muscheln von *Bränkyrka* mit denen des benachbarten Meeres war selbst noch vollständiger als zu *Solna*. Denn aufser den bereits angeführten Spe-

cies fand ich noch *Neritina fluviatilis*, eine Süfswassermuschel, welche zahlreich in dem brakischen Wasser der Ostsee lebt, und welche ich auch in dem salzigen Wasser von *Gräsö*, bei *Oregrund*, die Felsen bedecken sah. Die baltische Varietät ist klein und insgemein schwarz; allein sowohl an den lebenden als fossilen Individuen zeigt sich zuweilen die gewöhnliche Farben-Mannigfaltigkeit. Einige Exemplare einer Landmuschel (Bulimus lubricus) kommen bei Bränkyrka mit den Seemuscheln vor.

Die Höhe dieser Muscheln ist vom Obersten Hällström zu *siebenzig* schwedischen Fufsen über der Ostsee festgesetzt worden. Um so viel mufs also das Wasser gefallen, oder richtiger das Land gestiegen seyn, seitdem der benachbarte Golf von jenen Testaccen bewohnt wird.

Der merkwürdigste Ort aber, wo baltische Muscheln im fossilen Zustand vorkommen, liegt südlicher, bei *Södertelje*, etwa 16 Meilen südwestlich von Stockholm, wo sie in einer Höhe von mehr als *neunzig* Fufs gefunden sind. Bei Södertelje wurde 1819 ein Kanal gegraben, quer durch einen aus Sand, Kies und Thon bestehenden Damm, welcher den Mälar-See von einem langen, schmalen Fiord der Ostsee trennt. In der That ist dieser Kanal auf dem Boden eines jener, in diesen Gegenden so häufigen Thäler fortgeführt, deren Abhänge aus Gneifs bestehen und auf dem Boden mit jüngeren Ablagerungen bedeckt sind. Die Fig. 3 wird die geologische Structur dieses Thals erläutern. Die begränzenden Hügel von nacktem Fels steigen zu 200 Fufs Höhe auf; die jüngere Formation erhebt sich an einigen Orten zu hundert Fufs, an andern aber, wie nach Seite des Mälar-Sees hin, bildet sie Vertiefungen, die unter dem Meeresspiegel liegen. In diesen jüngeren Schichten von Lehm, Sand und Kies sind in verschiedenen Höhen Seemuscheln gefunden worden, wie man aus des Obersten Nordewall's Aufsatz in den Schriften der K. schwedischen Academie ersehen

kann, dem auch ein Plan von dem Kanal und der Umgegend beigegeben ist, von welchem Fig. 4 eine verkleinerte Copie darstellt [1]). Zu *Quarnbacken* (siehe Fig. 4) fand ich in einer Höhe von 90 Fufs dieselben Muschelarten wie zu Solna, einliegend in einem mergeligen Thon, welcher seine violette Farbe der Zersetzung des *Mytilus edulis* verdankt. Dieselbe Muschelablagerung findet sich ferner bei *Blåbacken* (dem blauen Hügel) einem benachbarten Ort, wo in einer Höhe von 100 Fufs über der See eine drei Fufs dicke Mergelschicht auf Gneifs ruht. Hier ist die violette Farbe vom zersetzten *Mytilus edulis* so hervortretend, dafs sie dem Hügel seinen Namen gegeben hat. Mit Ausnahme des *Mytilus edulis* sind die Muscheln in der Regel vollständig erhalten. Die Breite des *Södertelje-Thals*, zwischen den beiden gegenüberliegenden Gneifs-Abhängen geht von einer halben Meile bis zu drei Viertelmeilen, und die neuere Muschelablagerung, welche zuweilen eine fast horizontale Terasse von 60 Fufs Höhe oder mehr über dem Kanal bildet, hat genau das Ansehen der subapeninischen Formationen in Italien oder am Fufse der Seealpen, wo sie in geringeren Höhen angetroffen werden, den Boden von Thälern in älterem Gesteine ausfüllend, oder angelehnt an Hügel von höherem Alter und geneigter Schichtung. Nur mittelst dieser Muscheln, die denen der Ostsee so genau entsprechen, kann der Geologe zugleich über das verhältnifsmäfsig junge Alter dieser schwedischen Schichten entscheiden.

Die Entfernung der nächsten Punkte des Mälar-Sees von dem jetzt mit ihm durch den Södertelje-Kanal verbundenen Meere beträgt etwa anderthalb engl. Meilen. Die Hauptrichtung des Kanals geht von Nordwest nach Südost, und die Tiefe der von ihm durchschnittenen Schichten variirt von 15 bis zu mehr als 60 Fufs.

Zuerst wurde der Mälar-See mit einem kleinen See,

1) *Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar*, 1832.

Namens *Maren*, verbunden, und dieser Durchstich wurde der obere Kanal genannt. Hier durchschnitt man ein horizontales Mergellager von violetter Farbe, ähnlich der zu *Blåbaken*, mit *Cardium edule* darin. Aufser den Muscheln fand man in diesem Kanal mehre verschüttete Schiffe, von denen einige ein hohes Alter zu haben schienen, indem sich kein Eisen daran befand und die Planken mit hölzernen Pflöcken zusammengehalten wurden. An einer andern Stelle wurde jedoch ein Anker ausgegraben, und an einem dritten Orte fand man auch eiserne Nägel. In dem unteren Kanal, oder demjenigen, welcher den Mälarsee mit der Meeresbucht, genannt *Egelsta Wiken*, verbindet, wurden zwei ähnliche Lager von Seemuscheln gefunden, das eine 18 und das andere 40 schwed. Fufs über dem Spiegel des Meeres.

Doch eine weit merkwürdigere Entdeckung machte man in dem unteren Kanal. Nachdem man hier die Austiefung in einem bewaldeten Hügel oder Plateau begonnen, und durch Schichten von Sand, Grand und Thon ungefähr funfzig Fufs niedergegraben hatte, stiefs man auf Etwas, was schien ein hölzernes Häuschen gewesen zu seyn. Die Lage desselben ist auf Fig. 4 angegeben. Der Fufsboden dieses Häuschens lag mit der See im Niveau. Oberst Nordewall hat in seinem Berichte angegeben, dafs die das Häuschen bedeckende Masse vier und dreifsig Fufs dick war; allein er wollte vielleicht Ellen schreiben (eine schwedische Elle ist zwei Fufs); denn Kapitain Cronstrand, ein Ingenieur, welcher die ganze Ausgrabung beaufsichtigte, und mich zu dem Orte führte, versicherte, dafs die Tiefe etwa vier und sechszig Fufs betragen hätte. Im Uebrigen stimmten die Angaben dieses Ingenieurs mit denen des Obersten Nordewall überein; allein er konnte mir noch einige Einzelheiten mittheilen, welche ich nun anführen werde.

Die Schichtung der Masse über dem Hause war sehr deutlich, doch meistens von der wellenartigen und unre-

gelmäfsigen Beschaffenheit, welche aus dem Zusammentreffen von Strömen erfolgen würde. Hie und da enthielt die Masse grobes Geröll und einige Geschiebe von beträchtlicher Gröfse. Unter dem Ganzen gerieth man auf eine Masse feinen Sandes, und in dieser entdeckte man die vier kleinen Wände eines quadratischen Gebäudes. Leider achtete man nicht früh genug auf diese Erscheinung, um auszumitteln, ob irgend ein Ueberrest von einem Dache vorhanden wäre. Man versuchte nun die Wände ringsum frei zu graben; allein das Holz war gänzlich zersetzt, und zerfiel wie Staub, als man alles stützende Erdreich entfernt hatte. Als man indefs das Niveau der See erreichte, fand man das Holz der Wände erhalten. Ganz unten, auf dem vermuthlichen Flur der Hütte, traf man einen unregelmäfsigen Ring von Steinen, der wie ein roher Feuerheerd aussah, und in der Mitte desselben einen Haufen Holzkohle oder verkohlten Holzes. An der Aufsenseite des Ringes lag ein Haufen unverbranntes Föhrenholz als Brennmaterial zugerichtet, an welchem die trocknen Nadeln und die Borke der Zweige noch wohl erhalten waren. Das Gebäude hielt etwa acht Fufs im Quadrat und schien eine Fischerhütte gewesen zu seyn, die blofs während der Zeit des Fischfangs benutzt worden. Kapitain Cronstrand sagte mir, der Sand, welcher diese Hütte eingehüllt habe, sey so fein gewesen, wie er vom Winde zusammengeblasen werde.

Ich besuchte den nächsten Ort, wo Muscheln gefunden worden, in einer tiefen Rinne, nicht weit von der früheren Lage des verschütteten Hauses (*fossil house*). — Siehe Fig. 5. — Zu meiner Genugthuung, sah ich, aus der Lage und dem Vorkommen von Muscheln in verschiedenen Orten und Höhen der Ausgrabung des »oberen Kanals,« dafs die Schichten, welche die Hütte bedeckten, meerischer Bildung sind, wie alle, welche man mit dem Södertelje-Kanal durchschnitten hat. Es scheint also klar zu seyn, dafs das Gebäude um vier und sechszig

Fuſs unter den Spiegel der Ostsee gesunken seyn muſs, und daſs es, ehe es wieder in seine gegenwärtige Lage, welche mit dem Meeresspiegel im Niveau ist, gehoben ward, mit Schichten von mehr als sechszig Fuſs Dicke bedeckt wurde.

Hätte man nichts als die verschütteten Kähne entdeckt, so lieſse sich die Vermuthung hegen, sie wären untergegangen in einem Fiorde, der späterhin verschlammte und darauf gehoben wurde; allein die Lage dieser Hütte scheint eine weit gröſsere Niveauveränderung nöthig zu machen. Hätte man ferner von der Hütte nichts als die hölzernen Wände aufgefunden, so könnte man glauben, sie sey durch eine Ueberschwemmung hieher geführt; denn man erzählte mir von einem Hause, welches im nördlichen Schweden, durch die bei künstlicher Trockenlegung eines Sees erfolgende Wasserfluth, ganz erhalten fortgeschwemmt wurde. Allein der Feuerheerd und das verkohlte Holz auf dem Flur scheinen eine solche Hypothese nicht zuzulassen. Man scheint zu der Annahme gezwungen zu seyn, daſs das Land erstlich um mehr als sechszig Fuſs sank und darauf wieder emporstieg, oder mit andern Worten, daſs hier eine Reihe ähnlicher Bewegungen stattfand, wie die, durch welche man die Phänomene am Serapis-Tempel zu Pozzuoli erklärt hat. Allein dieſs heiſst offenbar, in dem Niveau von Schweden, seit Fischerhütten darin erbaut wurden, weit gröſsere Umwälzungen anzunehmen als Geschichte und Tradition uns dazu veranlaſst haben würden. Was den feinen Sand betrifft, worin die Hütte eingehüllt wurde, so mag er mit dem Sand verglichen werden, welcher sich bekanntermaſsen um versunkene Schiffswracke rasch ansammelt und einen Damm bildet, welcher einem mit Sediment beladenen Meeresstrom einen Widerstand entgegensetzt.

Ich muſs noch bemerken, daſs ich selbst nicht im Stande war die Ueberbleibsel der Hütte zu untersuchen, da sie bereits fortgeräumt waren; sie standen nämlich, wie aus

Fig. 5 zu ersehen, genau in Richtung des Kanals, dessen Wasserfläche, wie das Fundament der Hütte, ungefähr im mittleren Niveau der See liegt. Allein, wiewohl ich selbst die Fischerhütte nicht sehen konnte, so hatte ich doch Gelegenheit die beiden ausgezeichneten Ingenieure zu sprechen, welche die Begebenheit erlebten, und die, da sie darüber sehr in Verwunderung geriethen, sorgfältig alle Umstände dabei aufzeichneten. Sie hielten das Holzwerk anfänglich für Ueberreste eines Brunnens, obgleich diefs viele Unwahrscheinlichkeit hatte, sowohl wegen der Gröfse desselben, als weil Quellen in unmittelbarer Nähe an der Oberfläche vorkommen. Erst als sie den Feuerheerd antrafen, blieb ihnen keine andere Meinung, als dafs daselbst eine menschliche Wohnung gewesen sey. Um die Lage der Muschelbänke in verschiedenen Höhen in den vom Kanal durchschnittenen Schichten zu erklären, hat Oberst Nordewall in seinem Aufsatz die Hypothese aufgestellt, der Mälar-See möge einst durch einen hohen Damm gegen die Ostsee hin geschlossen gewesen seyn; Sand, Kies und Muscheln wären dann auf seinen Boden abgesetzt, und bei nachheriger Fortreifsung des Damms in ihrer gegenwärtigen Höhe über dem See zurückgeblieben. Allein, wenn die Muscheln einem Conchyliologen gezeigt worden wären, würde er dieselben sogleich der Mehrzahl nach für Seemuscheln erkannt haben, wie sie gegenwärtig nicht im Mälar-See, wohl aber in der Ostsee vorkommen. Was für Zweifel also auch obwalten mögen über die Ursachen, welche die Hütte in die ungewöhnliche Lage brachten, in der man sie auffand; so ist es doch unmöglich, über diese und andere bei Ausgrabung des Södertelje-Kanals an's Licht gebrachte Thatsachen nachzudenken, ohne nicht die Ueberzeugung zu gewinnen, dafs seit der Zeit das baltische Meer von seinen jetzigen Testaceen belebt wird, ja selbst seit der Zeit diefs Land von Menschen bewohnt und die See von Schiffen befahren wurde, sehr bedeu-

tende Bewegungen in dem Lande und dem Meeresbette vorgegangen seyn müssen.

In Betreff der Muscheln will ich noch bemerken, dafs die *Mya arenaria* die einzige überall in der Ostsee sehr reichlich vorkommende Muschel ist, welche ich unter den Fossilien der bereits erwähnten Orte und anderer, noch zu erwähnender, mehr nordwärts liegender, nicht gesehen habe. Allein diese Muschel geht, glaube ich, nicht so weit nördlich in den bothnischen Meerbusen als Södertelje; nicht einmal zu *Calmar* konnte ich sie finden, und weiter südlich, zu *Sölvitzborg*, war sie selten und sehr klein. Die Analogie zwischen den fossilen Muscheln und den jetzt im bothnischen Meerbusen lebenden ist also sehr vollständig. Die Muscheln gehören denselben Species an, sind theils Süfswassermuscheln, theils Seemuscheln, die Anzahl der Species ist klein, die Seemuscheln erreichen eine geringere Gröfse als im Ocean, wo das Wasser salziger ist. Die *Tellina baltica* findet sich überall in grofser Menge. Hieraus können wir den Schlufs ziehen, dafs zur Zeit, als ein Binnenmeer von brakischem Wasser, ähnlich der Ostsee, im Norden von Europa vorhanden war, bedeutende Schwankungen in der Lage des Landes und Wassers stattgefunden haben, — ein Schlufs, auf den ich weiterhin noch zurückkommen werde.

Die hohe Lage der Seemuscheln rings um Södertelje liefs erwarten, dafs ähnliche Ablagerungen weit und breit in den die verschiedenen Arme des Mälar-Sees umgebenden Thälern vorkommen würden. Dem gemäfs untersuchte ich das Land um Södertelje, und war so glücklich, 45 Meilen nordwestlich davon, zwischen den Städten *Torshälla* und *Arboga*, die Tellina baltica in reichlicher Menge anzutreffen, in einem fetten, in feuchtem Zustande tiefblauen Thon, welcher den Boden eines nahe beim Mälar-See liegenden Thales, in einem mit ungeheuren Geschieben bedeckten Gneifsdistrict ausfüllt. Dieser

Ort, bei weitem der entfernteste von der Ostsee unter allen, wo bisher ähnliche Ablagerungen von Seemuscheln angetroffen wurden, liegt zwischen den Dörfern Smedby und Kongsör, etwa siebenzig Meilen von Stockholm und mehr als achtzig von der Hauptlinie der Küste. Dieser Thon ist bis zu einer Tiefe von 15 Fufs entblöfst, indem er von einem Flüschen durchschnitten wird, über welches eine auf der Landstrafse liegende kleine Brücke führt. Die Muschelbank liegt nur wenige Ellen über dem Mälar-See, folglich um etwa eben so viel über der Ostsee; allein die Formation steigt in diesem und dem angränzenden flachen Lande zu gröfseren Höhen auf, wie es auch begleitende Kies- und Sandschichten thun, in welchen ich kein Fossil entdecken konnte.

Nach diesen geologischen Phänomenen war ich geneigt, jedes für die neuere Hebung des Landes der Umgegend von Stockholm beigebrachte glaubwürdig scheinende Zeugnifs günstig aufzunehmen; allein ich mufs leider bekennen, bei näherer Untersuchung gefunden zu haben, dafs mehre der von Schriftstellern angeführten Beweise sehr zweifelhaft sind. Unter andern ist angegeben worden, das Niveau des Mälar-Sees habe sich in sehr neuer Zeit gesenkt. Offenbar würde dieser See, nebst der Ostsee, zu fallen scheinen, wenn hier eine allgemeine Hebung des Landes stattfände; denn der Mälar-See steht in Stockholm mit einem Arme oder Fiorde des bothnischen Meerbusens in Verbindung, so dafs sich süfses und salziges Wasser mitten in der Stadt begegnen. Der See ist ungefähr drei Fufs höher als die See; allein die Scheidelinie ist nicht constant, und wenn die Ostsee sehr hoch steigt, fliefst ihr Wasser einige Meilen weit in den Mälar-See. In dem Theil der Stadt, welcher Riddarholmen genannt wird, dicht oberhalb der Stelle, wo die Gewässer beider Seen zusammenstofsen, sind in den letzten Jahren einige Häuser baufällig geworden, weil das Niveau des Mälar-Sees gesunken ist, und dadurch die Pfähle, auf

welchen die Gebäude ruhen, nicht mehr beständig unter Wasser stehen wie vormals. Die Köpfe dieser Pfähle, die nun jedes Jahr abwechselnd naſs und trocken werden, sind im fortwährenden Abfaulen begriffen. Diese Thatsache ist unbestreitbar. Ich selbst sah Häuser, welche, aus genanntem Grunde, viele Risse bekommen hatten und aus dem Loth gewichen waren. (Siehe Fig. 6.)

Allein während der Zeit, daſs sich diese Veränderung zutrug, hat man an dem benachbarten Kai, oder Skeppsbron, wo das Wasser brakisch ist, kein entsprechendes Sinken bemerkt, und doch hätte sich dieses hier in gleichem Maaſse zeigen müssen, wenn eine allgemeine Hebung des Landes stattfände. Wir werden dadurch natürlich zu der Untersuchung geführt, ob nicht der Mälar-See in den letzteren Jahren durch besondere Umstände einen freien Ausfluſs gefunden habe und auf diese Weise gesunken sey. Nun bemerkten mehre schwedische Ingenieure gegen mich, daſs das Abfaulen der Pfähle begonnen habe, seitdem in Stockholm zwei alte Brücken, welche eine groſse Anzahl hölzerner Pfeiler besaſsen und dem Ausfluſs des Sees hinderlich waren, abgetragen und an deren Stelle eine neue Brücke erbaut worden, unter deren weiten Bogen das Wasser nun in einem raschen und ungetheilten Strome fortflieſst. Auch seſzten sie hinzu, durch den Kanal von Södertelje habe der Mälar-See seit dem Jahre 1819 einen neuen Abfluſs in die Ostsee erhalten. Kann daher ein Zweifel übrig bleiben, daſs, wenn man die alten Brücken wieder herstellte und den Södertelje-Kanal wieder schlösse, auch das Gewässer des Sees sogleich seinen höheren Stand wieder einnehmen würde [1])?

Es giebt in den Vorstädten von Stockholm gewisse

1) In einem Aufsatz im *Edinb. New philosoph. Journ. No.* 29, Jul. 1803, hat Prof. Johnston irrigerweise die Häuser, deren Pfähle gewichen sind, als an dem Skeppsbron liegend angegeben, statt auf dem Riddarholm.

Merkmale, welche, glaube ich, dazu dienen, dem äufsersten Betrage der in den letzten drei oder vier Jahrhunderten möglicherweise stattgefundenen Hebung sehr enge Gränzen zu stecken. Das eine derselben, das Fiskartorp von Karl XI, werde ich etwas näher betrachten, weil man versucht hat, aus ihm den entgegengesetzten Schlufs von einer raschen Hebung des Landes zu ziehen.

Diefs Fischhäuschen liegt auf einem Vorgebirge, das auf drei Seiten von Seen umgeben ist (Fig. 7). Vom nächsten Wasser ist es 131 Ellen (Yard) entfernt, und 23 Fufs über dessen Spiegel erhoben. Ihm zur Seite steht eine grofse Eiche und eine zweite von bedeutendem Alter steht zwischen dieser und dem See, nur 46 Ellen vom Ufer entfernt, und mit ihrem Fufs nur 10 Fufs über dem Spiegel des Sees, welcher zur Zeit, als ich ihn besuchte, wenigstens ein Fufs unter seinem Mittelstande lag. (Siehe Fig. 8.) Hr. Ström, Königl. Förster, versicherte mir, diese Eiche müsse wenigstens vier hundert Jahre alt seyn. An der Spitze trägt sie schon einige Zeichen ihres Absterbens, und in fünf Fufs Höhe über dem Boden hält sie vier Fufs und vier Zoll im Durchmesser. Da Hr. Ström den mittleren Wachsthum der Eichen in verschiedenen Bodenarten dieses Landes genau kennt, und da er selbst in den benachbarten Waldungen Eichen gefällt hat, die durch ihre Jahrringe ein Alter von mehr als sechshundert Jahren zu erkennen gaben, so halte ich seine Angabe für ganz zuverlässig. Nun zeigte er mir einen alten Grundrifs, in welchem das Fiskartorp mit beiden Eichen angegeben ist, so wie auch eine kleine Hütte, welche zu den Zeiten Karls XI, der i. J. 1697 starb, zwischen der unteren Eiche und dem See stand. Es war kein Fährhaus, sondern diente blofs zur Aufbewahrung der Ruder und Fischgeräthe. Da sie sich im Jahre 1824 in einem sehr verfallenen Zustand befand, so liefs Herr Ström sie damals abtragen. Nun hat es, nach dem, was man über die Gewohnheit der Eichen in die-

sem Lande weifs, keine Wahrscheinlichkeit, dafs die untere Eiche ursprünglich so dicht am Ufer gestanden habe; und da sie mit ihrer Basis gegenwärtig nur 8 Fufs über dem mittleren Wasserstand des Sees steht, so mufs die Hebung des Landes offenbar sehr gering gewesen seyn, obwohl sie ohne Zweifel 10 Zoll in einem Jahrhundert betragen haben mag, was, nach der Schätzung der best unterrichteten Männer in Schweden, mit der Gröfse der allmäligen Landeshebung bei Stockholm übereinstimmen würde. Professor Johnston scheint das Hüttchen, welches abgebrochen wurde, mit dem Fikartorp, welches noch steht, und zum Andenken an Karl XI oft ausgebessert wurde, verwechselt zu haben; denn Hr. Johnston giebt an, »das Fischhüttchen stand früher dicht am tiefen Wasser, obwohl nicht weiter in der Nähe irgend eines Orts, wo das Lieblingsvergnügen des Monarchen genossen werden konnte [1]).

Selbst die untere Hütte, stand vor nicht mehr als 150 Jahren nicht dicht am tiefen Wasser; vielmehr scheint es der alte Plan gewesen zu seyn, sie nahe so entfernt als jetzt von dem seichten Husar-Wiken zu haben. Vollkommen stimme ich jedoch darin mit Hrn. Johnston überein, dafs aus alten Urkunden und Sagen klar hervorgeht, die drei Seen Husar, Ladu und Uggel, welche zusammen in den Zeiten Karl XI den Namen des Golfs von Fiskartorp führten, seyen seitdem bedeutend seichter und zum Theil in Land verwandelt worden; eine Veränderung, welche vielleicht, wenigstens zum Theil, durch eine schwache allgemeine Hebung des ganzen Landes bewirkt worden ist. Allein wiewohl ich von Hrn. Johnston's allgemeiner Meinung nicht abweiche, mufs ich doch hier erwähnen, dafs mir ein anderer seiner Beweise, hergenommen aus der Nachbarschaft von Stockholm, ganz unhaltbar scheint. Bei Bruns Wiken, einem schönen See in den nördlichen Vorstädten der Stadt, wel-

1) *Edinb. Philosoph. Journ. No.* 29 *p* 39.

cher die Gärten des Pallastes Haga umfaſst (siehe Fig. 7), sagt er: »die Lage dieses Sees zeigt, daſs er früher mit dem Meer in Verbindung stand, wiewohl er bedeutend über demselben und ganz landeinwärts liegt. Beim Rückzuge des Meeres würde auch dieser Wasserbehälter ganz ausgetrocknet seyn, hätte man ihn nicht an dem einzigen Ausfluſs (bei Alkistan) abgedämmt, um die Schönheit der Promenade, eine der herrlichsten in der Nähe der Stadt, zu erhalten. Gegenwärtig ist er bis zur Höhe von 4 bis 5 Fuſs abgedämmt, und der Charakter von allem Lande rund umher zeigt, daſs er in alten Zeiten weit höher und gröſser war.«

Aus dieser Beschreibung muſs der Leser glauben, der See würde ohne einen künstlichen Damm längst abgelaufen seyn; allein die Thatsache ist, daſs er ein tiefes Loch in dem Granitfelsen dieser Gegend ausfüllt, und daſs der kleine Damm nur allein die Wirkung hat, den Wasserstand das Jahr hindurch etwas gleichförmiger zu machen. Der erwähnte Ausgang ist bei Alkistan (Fig. 7), wo ein kleines hölzernes Wehr errichtet ist, so niedrig, daſs jedes Jahr im Frühling das Wasser darüber flieſst, und folglich das jährliche Maximum des Wasserstandes dasselbe ist, wie wenn das Wehr fortgenommen würde. Im Juni, als ich den Ort besuchte, stand das Wasser zwei Fuſs unter dem Rand des Wehrs, und schwerlich mehr als ein Fuſs über dem Boden. Der Landstrich, welcher den See von der See trennt, ist etwa hundert Schritt breit, und besteht aus Granit, über welchem ein vom See ausgehender Bach fortflieſst.

Ich werde nun zur Umgegend von *Upsala* übergehen, etwa 40 Meilen nordnordwestlich von der eben beschriebenen bei Stockholm. In ihrer geologischen Beschaffenheit gleicht sie der von Stockholm, indem auch hier das Hauptgestein aus Gneiſs und Granit besteht, zum Theil bedeckt mit neueren Ablagerungen und Geschieben (*erratic blocks*, Irrsteinen); allein nahe bei Upsala

bildet eine gröfsere Masse Thon die obenliegende Formation. Einen Durchschnitt dieses Thons sieht man bei *Ulfva* am Ufer der Fyriså, an einem Fleck, den ich mit Hrn. Marklin aus Upsala besuchte. Die Dicke des Thons ist hier im verticalen Durchschnitt zwischen 30 und 40 Fufs blofs gelegt, und wahrscheinlich liegt der Flufs noch höher über dem Meeresspiegel. Dieser steife blaue Thon erinnerte mich sehr an den subapeninischen Thon in Italien. An einigen Stellen enthält er keine Muscheln; allein an andern ist die Tellina baltica, mit ihren beiden Valven und der Epidermis ganz erhalten, sehr häufig. Es ist genau dieselbe Varietät, welche ich zuvor bei Torshälla fand. Auch der *Mytilus edulis* kommt vor, oft sehr plattgedrückt und zuweilen besetzt mit der kleinen weifsen *Flustra*, die jetzt im baltischen Meere so gewöhnlich daran sitzt. In einigen der begleitenden Schichten findet sich viel vegetabilische Materie, genau dem Meeresgras ähnlich. Von den Littoralmuscheln, welche, wie ich erwähnte, bei Stockholm, mit Tellina und Mytilus vorkommen, konnte ich keine auffinden.

Einer jener Sand- und Kies-Rücken, welche, wie zuvor erwähnt, in Schweden so häufig sind, geht durch die Vorstädte von Upsala, in der gewöhnlichen Richtung nahe von Norden nach Süden. Seine Höhe steigt, nach den Barometermessungen des Prof. Wahlenberg, zu mehr als hundert Fufs über dem Flufs an seinem Fufse. Seine Structur ist sichtbar in grofsen Gruben, von denen eine ungefähr 70 Fufs tief ist. Und diese Durchschnitte zeigen, dafs die Masse gröfstentheils aus einer ununterbrochenen Reihe dünner Schichten von Sand, Lehm und Kies besteht, zum Theil in horizontaler Lage, an einigen Stellen und auf kurze Strecken aber geneigt unter einem Winkel von mehr als funfzig Grad, hie und da durchsetzt mit vielen kleinen Rissen senkrecht auf den Schichten. Ob diese durch unterirdische Bewegungen entstanden seyen, oder während des Austrocknens und Zu-

zammensinkens der kurz zuvor aus dem Wasser gehobenen Masse, darüber kann ich keine Vermuthung aussprechen. Die Neigung der Schichten, welche der in Kiesbetten ähnlich ist, schreibe ich hauptsächlich den ursprünglichen Ungleichheiten in der Art ihrer Ablagerung zu. Hier, wie an anderen Orten, konnte ich in den Bänken von reinem Sand und Kies keine Fossilien auffinden, eben so wenig wie in dem blauen Thon, welcher schien von unten aus dem Sande, am Fufse der Hügel, hervorgedrungen zu seyn. Glücklicherweise war indefs nahe beim Schlosse von Upsala, auf dem Boden einer Kiesgrube, nahe am Scheitel des Rückens, eine dünne Schicht von violettem Mergel durchstochen worden, und diese war voller Muscheln. Dieser Mergel, welcher ein horizontales Lager von nur drei Fufs Dicke bildet, findet sich innerhalb der ersten zwölf Fufs von der Spitze des Rückens und ungefähr 80 Fufs über der Ostsee. Er enthält Mytilus edulis, Cardium edule, Tellina baltica, Littorina littorea, Paludina ulva (?). Sowohl unter als über diesem Mergel liegen Kiesschichten, und einige der oben aufliegenden Schichten enthalten abgerundete Geschiebe von mehr als einem Fufs im Durchmesser.

Diefs ist der einzige Ort in Schweden, wo ich mitten in einem der Sand-Äsar Versteinerungen angetroffen habe. Die Auffindung noch in der Ostsee lebender Muscheln in solcher Lage scheint mir vom höchsten Interesse zu seyn, besonders weil ich auf der Höhe dieser und anderer Äsar grofse Geschiebe unmittelbar auf den obersten Kies- und Sandschichten liegend antraf. In dem südlich von der Stadt gelegenen Theil dieses Rückens, genannt Pålacksbacken, finden sich diese Geschiebe sehr häufig, und zwar oben auf der Spitze; sie scheinen nur auf der Oberfläche zu liegen, denn in den tiefen Kiesgruben, welche den Rücken durchschneiden, konnte ich keine auffinden. Ich untersuchte diese Blöcke in Gesellschaft mit Prof. Wahlenberg, und fand, dafs sie aus eckigen Granit-

und Gneifsmassen bestehen, von denen die gröfseren selten über neun Fufs lang sind; allein wir mafsen eine, die nicht weniger als 16 Fufs lang, 13 Fufs hoch und 8 Fufs breit war. Es folgt hieraus, dafs, durch was für eine Ursache diese ungeheuren Bruchstücke von granatischen Felsen auch in ihre gegenwärtige Lage geführt worden seyn mögen, doch einige derselben hieher gebracht sind seit die Ostsee von dem Ocean getrennt wurde, und von ihren jetzigen Testaceen bewohnt wird.

Es mag auch bemerkt seyn, dafs das Vorkommen von Mergelschichten mit Littoralmuscheln, in der Mitte geschichteter Rücken von Sand und Kies, der Meinung derjenigen Geologen widerspricht, welche die Bildung solcher Rücken von einer gewaltigen Fluth aus Norden herleiten. Die vollständige Erhaltung der Muscheln zu Upsala und die wiederholte Folge abwechselnder Schichten von Kies, Sand und Lehm, welche fast überall sichtbar sind, deuten auf eine allmälige und zeitweise sehr ruhige Ablagerung der fortgeführten Substanzen. Wenn ich gefragt würde, statt der von mir bestrittenen Hypothese eine wahrscheinlichere aufzustellen, so würde ich antworten, diese Stücken scheinen mir alte Bänke von Sand und Gerölle zu seyn, welche auf dem Boden des bothnischen Meerbusens während der allmäligen Hebung des Landes, oder anders gesagt, während der allmäligen Umwandlung eines Theils des Golfs in Land, in Linien parallel der alten Küste abgesetzt wurden. Ich denke mir, sie wurden in solchen Gegenden gebildet, wo ein Meeresstrom, welcher, wie jetzt, während des Frühlings beim Schmelzen von Schnee und Eis von Nord nach Süden flofs, zusammentraf mit Flüssen, die, beladen mit Kies, Sand und Schlamm, von dem Continente oder vom Westen her ihren Weg nahmen. Dieser Ansicht gemäfs kann man die grofsen schwedischen Åsar vergleichen mit den kleineren Bänken, die sich bekanntermafsen innerhalb der letzten fünf oder sechs Jahrhunderte an der Ostküste

von England gebildet haben, an Punkten, wo ein vorherrschender Meeresstrom aus Norden zusammentrifft mit den aus dem Innern oder aus Osten (?) kommenden Flüssen. Unter solchen Umständen wird der Fluſs, statt in gerader Richtung in die See einzutreten, unter rechtem Winkel abgelenkt, und er flieſst dann von Norden nach Süden zwischen dem Land und der neu gebildeten Sandbank. Die tiefen und engen Breschen, welche hie und da in vielen schwedischen Åsarn vorkommen, ähneln genau denen, welche ein aufgeschwollener Fluſs oder Meeresüberschwemmungen zuweilen in unseren kleineren Bänken einreiſsen. Nach dieser Erklärung denke ich mir die steilen Böschungen, welche die schwedischen Åsar oft an beiden Seiten darbieten, fast gänzlich in deren ursprünglicher Form begründet, und nicht in deren nachheriger Entblöſsung. Was die Ursachen betrifft, durch welche die Geschiebe auf die höchsten Punkte der Sandbänke abgesetzt wurden, so stimme ich ganz der Meinung Derer bei, welche glauben, daſs sie durch Eis dahin geführt wurden, worüber ich weiterhin noch ausführlichen sprechen werde.

Die niedrigen Wiesen bei der Stadt Upsala liegen nur wenige Fuſs über dem Spiegel des Mälar-Sees, dessen nördlichster Arm sich bis hieher erstreckt, ungefähr 50 Meilen von Södertelje, am südöstlichen Ende desselben Sees. Ist also die Ansicht von der Hebung des Landes wohl begründet, so muſs der ganze Mälar-See und das niedrige Land umher in einer nicht sehr fernen historischen Zeit, mit Salzwasser bedeckt gewesen seyn. Prof. Wahlenberg zeigte mir südlich von Upsala eine Wiese, auf welcher Glaux maritima und Triglochin maritimus blühten, Pflanzen, welche sonst nur salzige Moräste am Rande des Meeres bewohnen. Freilich werden dieselben Pflanzen im Innern von Deutschland und Frankreich in der Nähe von Salzquellen gefunden; allein in der Gegend von Upsala giebt es keine Salzquellen. Dieſs botanische Phä-

nomen scheint also die Meinung zu bestätigen, dafs salzige Gewässer sich erst in sehr neuerer Zeit aus diesem Lande zurückgezogen, und dafs die Regen noch nicht Zeit gehabt, all das Salz fortzuwaschen, welches bei Trokkenlegung dieses Landstrichs darauf zurückblieb.

---

Die nächste Gegend, welche ich besuchte, war die Küste bei *Oregrund*, einem Hafen ungefähr 40 Meilen nordöstlich von Upsala. Bei der zuvorerwähnten Aufnahme i. J. 1820 wurde in der Nähe dieses Orts, in einer Felsenklippe auf Gräsö, einer langen schmalen Insel, Oregrund gegenüber, eine Marke eingehauen. Bei meinem Besuche dieser Insel wurde ich begleitet vom Lieutn. Olof Flumen, von der Lootsen-Anstalt, welcher diese Marke im J. 1820 hatte machen lassen.

Es ist zu bedauern, dafs, so weit ich erfahren konnte, weder er noch sonst Jemand diesen Ort seit der Einhauung der Marke besucht hat. Kein Ort konnte übrigens besser zu diesem Zweck ausgewählt werden. Die Buchstaben und Linien, welche noch so frisch aussehen, wie wenn sie eben erst eingehauen wären, befinden sich auf der senkrechten Wand einer Gneifsklippe, welche frei von Lichenen ist und ungefähr drei Faden tief senkrecht in's Wasser hinabgeht. Fig. 9 stellt die Klippe dar, wie sie am 1. Juli 1834 aussah. Ein Gang von Granit, bestehend aus Feldspath und Quarz, durchsetzt den Gneifs in schiefer Richtung oberhalb der Marke. Die Klippe steht, nach Bruncrona, unter 60° 18 'N.B., südlich von Strandtorpet und nördlich von Käringsundet. Die Länge der eingehauenen Linie beträgt 20,5 Zoll. Die Ziffern darüber besagen, dafs dieselben am 13. Tage des 9. Monats im J. 1820 eingehauen wurden; und die Runen-Letten am Anfang und Ende der Linie sind die Anfangsbuchstaben von Olof Flumen.

Am genannten Tage war die horizontale Linie bei

ruhigem Wetter, wo das Meer als auf seinem normalen Stande angesehen wurde, genau im Niveau mit diesem. Als ich die Klippe besuchte, am 1. Jul. 1834, lag die Linie 5,5 Zoll über dem Wasser. Und doch glaubten Lieutn. Flumen und der Matrose noch, dafs wegen eines schwachen Windes, der zur Zeit aus Nord-Nord-Westen blies, gerade den Sund zwischen Oregrund und Gräsö hinunter, das Meer um einen bis zwei Zoll höher stehe als bei vollkommner Windstille, wie am Tage vor meinem Besuch. Hier und an anderen Orten dieser Küste sind die Lootsen der Meinung, eine wohl erfahrene Person könne, ungeachtet der durch Winde veranlafsten Schwankungen, sogleich entscheiden, ob das Wasser an einem Tage um einen oder zwei Zoll über oder unter seinem Normalniveau stehe. Vor meiner Ankunft zu Oregrund hatte eine mehrtägige Windstille geherrscht, und man versicherte mir, dafs sich die See vor 14 Jahren, an dem Tage, da man die Marke einhieb, in einem ähnlichen Zustande befunden hätte. Schon ehe wir die Klippe erreichten, hielten sich Lieutnant Flumen und der Bootsmann für überzeugt, dafs wir die See unter der Marke finden würden, weil sie erklärten, entweder das Wasser des Golfs wäre immer im Sinken, oder das Land dieser Küste fortwährend im Steigen begriffen. Zur Bestätigung dieser Meinung zeigten sie mir mehre Felsen, welche sie sich wohl erinnerten in ihrer Jugendzeit, d. h. vor ungefähr 40 Jahren, so eben vom Wasser bedeckt gesehen zu haben, jetzt aber um einen oder zwei Fufs aus dem Wasser hervorragten. Unter andern zeigten sie mir einen kleinen isolirten Felsen in der See, Domaskärsund gegenüber, welcher, ihrer Erinnerung zufolge, ehemals zwei Fufs niedriger war; und sie setzten hinzu, zu derselben Zeit sey der benachbarte Kanal, welchen ich fast trocken sah, für ein beladenes Boot fahrbar gewesen. Die Ueberzeugung, dafs hier eine Niveauveränderung von etwa drei Fufs oder mehr in einem Jahrhundert vor

sich gehe, ist unter den Fischern und überhaupt unter den Seefahrern so stark, dafs sie für die Errichtung künstlicher Marken zur Bestätigung der Thatsache nicht das allergeringste Interesse äufsern; denn, sagten sie mir, sie könnten natürliche Wahrzeichen in unzähliger Menge zur Bekräftigung derselben nachweisen; und sie schienen dabei jeden ferneren Beweis für ganz überflüssig zu halten.

Die See vertieft sich an der Küste bei Oresund sehr rasch, und in der Bai sind 28 Faden Wasser. Der Küste entlang läuft eine breite Zone von nacktem Gneifs, durchsetzt von Granitgängen, die sich nach allen Richtungen hin verästeln, und hauptsächlich aus Feldspath in grofsen Krystallen bestehen. An vielen Orten hat diese abschüssige Zone von nacktem Felsen eine glatte Oberfläche, die sich bis 100 Schritt von der See aus erstreckt, und mit einer spärlichen Decke von Lichenen überzogen ist. Bis auf 18 Schritt von der See ist der Gneifs so glatt und polirt, dafs man nur mit Schwierigkeit darauf gehen kann. Die Oberfläche zeigt hier die runden flachen Erhabenheiten, welche in den Forsten des innern Schwedens so gemein sind, wo häufig auf einem so harten Grunde kein Gras zu wachsen vermag. Selbst Lichenen können nicht auf den Stellen wachsen, wo Adern und Lager von Quarz erscheinen. Allein Bäume wurzeln in den Klüften des Granits und Gneifses, und steigen mitten aus Geschieben hervor, die denen ähnlich sind, welche in gleicher Anzahl und von gleichen Dimensionen den gröfsten Theil der Küsten und Inseln des bothnischen Golfs bedecken.

---

Von Oregrund ging ich nach *Gefle*, ungefähr 40 Meilen nordwestlicher. Auf dem Wege dahin, in einer niedrigen Gegend, beim Dorfe Skjerplinge, kam ich zu einem grofsen District von steifem blauen Thone, ähnlich dem bei Upsala, 6 bis 8 Fufs hoch mit Sand bedeckt.

In dem Thone fand ich den Mytilus edulis und die Tellina baltica. Man sagte mir, Meermuscheln kämen auch in einem weit höheren Niveau, in einem Sandhügel bei Skjerplinge vor, wo auch, einer Sage zufolge, ein grofser Eisenring, wie sie zur Befestigung von Schiffen angewandt werden, ehemals im Boden befestigt aufgefunden wurde.

Meine Aufmerksamkeit wurde nun auf die niedrigen, ein bis drei Meilen landeinwärts liegenden Wiesen gelenkt, wo alte Männer oder deren Väter sich erinnern, Boote und Schiffe segeln gesehen zu haben. Solche neue Verwandlungen der See in Terra firma würde der Reisende wohl nicht erwartet haben hier anzutreffen. Es giebt indefs wenige Gegenden, wo ein, der See erst kürzlich abgewonnenes Thal so rasch das Ansehen von bedeutendem Alter erlangt hätte. Jedes Eiland, jeder Fels dieser Küste ist mit Holz bewachsen, und es brauchen nur die dazwischen befindlichen Kanäle und Fiorde auszutrocknen und mit Rasen (*green turf*) bekleidet zu werden, um der Gegend sogleich ein binnenländisches Ansehen zu geben, mit offenen Fluren und wohl bewaldeten Anhöhen.

Unter andern Erzählungen von landeinwärts gefundenen Schiffswracken hörte ich zu Gefle die, dafs zu Uggleby, 16 Meilen von der See, in dem Kirchspiel gleiches Namens, ein Schiff und ein Anker in einem Hügel von Sand und Kies gefunden worden. Oberst Hällström sagte mir, dafs ähnliche Traditionen in Finnland sehr gemein seyen, und dort ein Wrack zu Laihela, zwei Meilen von der See, gefunden seyn solle.

Zu beiden Seiten des Flusses bei Gefle fand ich Land, welches innerhalb der Erinnerungszeit noch lebender Personen dem Meere abgewonnen ward. Und hier wie an anderen Orten gegen Norden und Süden wird die allmälige Vergröfserung desselben von den Eingebornen einer langsamen aber unausgesetzten Veränderung in dem relativen Niveau der See und des Landes zugeschrieben. An

diesem Ort müssen die Anschwemmungen des Flusses neben den andern Ursachen mitgewirkt haben; aber das Seichterwerden des Wassers und seine Verwandlung in Land sind zu allgemein, um alleinig durch Anschwemmungen erklärt werden zu können. Es werden Vorbereitungen gemacht, um den Hafen weiter von der Stadt zu legen, weil, wie man mir versicherte, das beständige Sinken des Wassers den Schiffen die Erreichung der alten Werften mit jedem Jahre schwieriger mache.

Ich besuchte zwei Marken bei Gefle, die eine gemacht i. J. 1731 auf der Insel Löfgrund, zwölf Meilen nordöstlich von jenem Hafen, und die andere, gemacht i. J. 1820, ungefähr noch sechs Meilen nördlicher. Die zu Löfgrund wurde von einem gewissen Rudberg eingehauen, in einem festen Glimmerfelsen, mitten in einer geschützten Bucht an der Ostseite der Insel. Der Glimmer ist sehr hart und voller Granaten; der Felsen ragt mit seiner Spitze nur 4 Fufs aus dem Wasser empor, und seine Länge und Breite beträgt 14 Fufs. Neben dem Zeichen ist das Wasser ungefähr 7 Fufs tief. Fig. 10 wird von der Marke und dem Umrifs des Felsens auf ihrer Seite eine Idee geben.

Die horizontale, etwas unregelmäfsige Linie ist, wie man weifs, bei mittlerem Wasserstande eingehauen. Am 3. Juli 1834, als ich sie mafs, war sie zwei Fufs sechs Zoll über dem mittleren Niveau des Wassers; allein da ein Ost-Nord-Ostwind blies, erklärte der mich begleitende Oberlootse von Gefle, dafs ich wenigstens noch vier Zoll zulegen müsse, um den ganzen Unterschied zwischen dem ehemaligen und jetzigen Wasserstand zu erhalten. Man wird späterhin sehen, dafs ich guten Grund habe, diese Schätzung nicht für übertrieben zu halten. Selbst nach dieser Berichtigung beträgt das Sinken in einem Zeitraume von etwas mehr als einem Jahrhundert nicht ganz drei Fufs. Weiter unten findet sich an diesem Felsen eine andere Marke, zwei Fufs fünf Zoll lang,

unregelmäfsig und ohne Datum; als ich sie besuchte war sie durch das Anspülen des Wassers ausgewaschen und fast verdeckt. Sie ist unter den im Jahre 1820 gemachten nicht von Bruncrona aufgezählt; allein mein Bootsmann und der Fischer der Insel sagte mir, sie wäre im J. 1820 eingehauen worden. Wiewohl sie ab und zu von kleinen Wellen bedeckt wurde, so lag sie doch anderthalb Zoll über dem mittleren Wasserstand, und an einem windstillen Tage würde sie wahrscheinlich vier Zoll und mehr darüber gelegen haben.

Wie vorhin bemerkt wurde, wachsen auf den Felsen am Saum des bothnischen Golfs Lichenen bis nahe an den Rand des Wassers, und, aus einer kurzen Entfernung betrachtet, sieht man die untere Gränze dieser Vegetation oft recht deutlich. Unterhalb derselben ist der Felsen bald trocken, bald nafs, und er behält daher seine natürliche Farbe, welche in der Regel gegen den mit Lichenen bewachsenen Theil der Oberfläche sehr absticht. Nun hat man vorgeschlagen die Höhe dieser Flechtengränze über der See zu messen und aufzuzeichnen, und dann, nach einer gewissen Reihe von Jahren, den Betrag der Hebung des Landes, durch Beobachtung der Gröfse, um welche die Lichenen hinabgestiegen sind, zu bestimmen. In der Absicht, künftigen Beobachtern Data zu einem solchen Vergleiche zu überliefern, bemühte ich mich zu Löfgrundet und an anderen Orten die Höhe dieser Vegetationslinie zu bestimmen; allein ohne Erfolg, denn sie schien mir immer ohne scharfe Gränze. Sie ist nicht nur sehr krumm, sondern oft trifft man auch, nach einer Strecke von nacktem Fels, Stellen, wo vereinzelte Lichenen nahe am Rande des Wassers in Ueppigkeit wuchern.

L. v. Buch erwähnt in seiner Reise [1]), er habe bei Gefle in grofser Masse einen als Baustein benutzt werdenden feinkörnigen rothen Sandstein angetroffen, welcher kleine Klümpchen von Asphalt einschliefse. Man

1) Franz. Ausgabe, Vol. II chap. V p. 303.

sagte ihm, dieser Stein werde nirgends anstehend gefunden, sondern von der See auf die Scheeren ausgeworfen. Ich fand die Küsten der Insel Löfgrundet besäet mit solchen Blöcken von schiefrigem rothen Sandstein. Sie haben die Gestalt grofser flacher Schieferstücke (*slabs*), mit eckigen Rändern, gerade wie wenn sie eben aus einem Steinbruch kämen. Sie lagen in heifsem Sonnenschein, und eine schwarze pechige Substanz schwitzte stark aus ihren zahlreichen Poren. Die Schichtungsebenen waren wellenförmig. Auf meine Frage, von wo sie kämen, versicherte mir ein Fischer, dafs sie von Zeit zu Zeit in neuen Massen von der See ausgeworfen würden. Ich bemerkte dagegen, sie hätten ja eine solche Gröfse, dafs die Wellen sie nicht würden von der Stelle schaffen können, dafs kein solcher Fels, wie sie, in der Nachbarschaft angetroffen würde, und dafs sie nicht abgerundet wären, wie es der Fall seyn müfste, wenn sie auf dem Grunde der See umhergerollt worden. Darauf antwortete ein Fischer, sie könnten wohl durch Eisschollen hieher gebracht seyn, und er erbot sich, mir weit gröfsere Blöcke zu zeigen, die kürzlich erst an verschiedenen Stellen der Scheere gestrandet wären. Ich begab mich demnach zu einer kleinen Insel, Namens Hvitgrund, um die Beweise dieser Behauptung zu sehen. Ich fand hier Blöcke von rothem Granit, fünf bis sechs Fufs im Durchmesser, vollkommen frei von Lichenen, mitten unter andern Blöcken von verschiedener Gröfse, welche durch einen Ueberzug von Flechten grau, weifs und schwarz gefärbt waren. Die Bootsleute nannten mir andere Orte, wo ich weit gröfsere Blöcke, vollkommen nackt oder erst mit einem beginnenden Ueberzug bekleidet, sehen könnte, unter tausenden von andern, die wahrscheinlich sehr viele Jahre in gleicher Höhe über dem mittleren Meeresspiegel gelegen, und ihre Farbe gänzlich verändert hätten. Sie erklärten, sie wüfsten genau die Zeit der Ankunft einiger dieser Blöcke, welche, wie sie hinzufügten, mit der

Zeit eben so gefärbt oder eben so dick mit Lichenen bedeckt worden wären als jene älteren, zwischen denen sie abgelagert wurden. Auf meine Frage, ob einer von ihnen habe grofse Steine durch Eisschollen herbeiführen gesehen, antworteten sie mit Nein. Allein der Steuermann sagte, das Treibeis häufe sich an dieser Küste oft zu einer Höhe von achtzehn Fufs an, indem Schollen von 5 bis 6 Fufs Dicke über einander geschoben würden; und, wenn sich diefs ereigne, könnten Felsstücke leicht darin einfrieren und bei einem Steigen des Wassers oder einer Veränderung des Windes fortgeschifft werden. Gewöhnlich pflegt man die Weise, wie Eis diefs bewirke, etwas anders zu erklären. Wenn die See im Winter bis zu einer Tiefe von fünf bis sechs Fufs gefriert und lose Felsmassen auf Untiefen liegen, müssen diese nothwendig einfrieren. Wenn später, bei Eintritt des Frühlings, das Wasser steigt, hebt es das Eis und mit ihm die Steine, und so können diese dann durch schwimmende Eisinseln sehr weit fortgeführt werden.

Das nächste Wahrzeichen, welches ich untersuchte, war das auf dem *St. Olofstein* in *Edskö-* (oder Edsjo) *Sund* [1]) im Kirchspiele Hille. In Gefle befand sich Niemand, der beim Einhauen des Zeichens i. J. 1820 zugegen war, und unglücklicherweise ist dieses in Bruncrona's Bericht mangelhaft und selbst unrichtig beschrieben. St. Olofs Stein ist ein ungeheures Geschiebe (*erratic Block*) von sechs und dreifsig Fufs Höhe über dem Wasser, vierzig Fufs Länge und dreifsig Fufs Breite. Es besteht aus Glimmerschiefer mit Granaten, und liegt unter 60° 52′ N. Br. Das Zeichen ist eingeschnitten am südöstlichen Abhange, an dessen Fufs das Wasser ungefähr ein Faden tief ist.

Bruncrona giebt in seinem Berichte an, das Zeichen

1) Oberst Bruncrona nennt ihn Assiasund, unter welchem Namen er aber zu Gefle nicht bekannt ist.

chen bestehe aus einer Horizontallinie und der darüber eingegrabenen Jahreszahl 1820. Vermuthlich ward Befehl dazu von ihm gegeben, aber derselbe nur theilweis ausgeführt; denn man findet dort weder ein horizontales, noch ein verticales Zeichen, sondern nur zwei unregelmäfsige Linien rechts von der Jahreszahl, wie es Fig. 11 zeigt. Es wird auch in dem Berichte angegeben, das Wasser stehe 1,92 Fufs unter dem unteren Rande oder der Basis der Ziffern. Allein unglücklicherweise bildet die Basis der Ziffern keine vollkommen horizontale Linie, vielmehr steht die Null mit ihrem Boden drei Viertelzoll tiefer als die Acht mit ihrem Boden. Am Abend des 3. Juli fand ich den Wasserspiegel genau zwei Fufs unter dem Boden der letzten Ziffer oder der Null. Der Wind blies aus OSO., so dafs das Wasser, nach des Steuermanns Meinung, vier oder fünf Zoll über seinem Gleichgewichts-Niveau stand.

Da dies das dritte Mal war, dafs mir gesagt wurde, die See stände mehre Zoll über ihrem Normalniveau, so beschlofs ich, die Nacht über in Edskö zu bleiben, in Hoffnung, der Wind werde sich legen und ich Gelegenheit haben, meine Beobachtung bei vollkommner Windstille zu wiederholen. Frühmorgens sprang der Wind nach NNW. um, und legte sich darauf fast gänzlich, so dafs, als ich den St. Olofs-Stein besuchte, die Oberfläche des Wassers beinahe vollkommen glatt war. Ich fand sie nun, wie es der Lootse vorher gesagt, 3,5 Zoll niedriger als am Abend vorher. Dieser Umstand erweckte bei mir viel Vertrauen zu seinem früheren Ausspruch, dafs das Wasser bei Löfgrund, zur Zeit meiner Beobachtung, drei bis vier Zoll über seinem normalen Niveau gestanden habe.

Das Resultat meines zweiten Besuchs war also, dafs ich, am 4. Juli 1834, an einem mäfsig stillen Tage, bei schwachen NNW.-Wind, den Wasserspiegel zwei Fufs und drei und einem halben Zoll unter der Null am Ende

der Jahreszahl 1820 oder 3,58 Zoll niedriger fand als er im J. 1820 war, vorausgesetzt, dafs diese Messung ebenfalls vom Boden der Null genommen ward. Wäre sie vom Boden der Acht genommen, so würde der Unterschied des Niveaus zu beiden Zeiten drei Viertelzoll mehr betragen.

Es ist sehr zu bedauern, dafs in dem gedruckten Bericht von dem Einhauen dieses und anderer Zeichen im J. 1820 und 1821 keine genaue Angabe über den Zustand der See und der Richtung des Windes enthalten ist. Man versicherte mir im Allgemeinen, dafs windstille Tage ausgewählt, und alle Umstände, welche, so weit bekannt, den Golf aus seinem mittleren Niveau ablenken, vermieden worden wären. Diese Vorsicht, weifs ich, hat man zu Oregrund sorgfältig befolgt.

In seinem wichtigen Werke: »Geschichte der durch Ueberlieferungen nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche« hat Hr. v. Hoff gegen die auf Felsen dieser Küste eingehauenen Zeichen eingewandt, dafs sie auf losen Blöcken gemacht seyen, die durch die See und das Eis aus ihrer Lage gehoben werden könnten [1]). Allein die Mehrzahl dieser Zeichen ist in anstehende Felsen eingegraben worden, und selbst wo diefs nicht der Fall ist, ist der von so ungeheuren Massen, wie der St. Olof's-Stein, hergenommene Beweis ganz untadelhaft. Ich mufs jedoch hinzufügen, dafs Hr. v. Hoff in dem vor Kurzem erschienenen dritten Theile seines Werks seinen Widerspruch gegen die Gültigkeit der Beweise für die jetzige Landeshebung an der Ostsee zurückgenommen hat [2]).

Ehe ich von Gefle zu einem andern Theile von Schweden übergehe, will ich noch erwähnen, dafs Oberst Hällström, dem wir einen interessanten Aufsatz über die

1) Theil I S. 425.

2) Ebendaselbst, Th. III S. 316.

zur Bestimmung der Niveau-Veränderung im bothnischen Meeresbusen gemachten Zeichen verdanken [1]), mir gesagt, dafs die Bewohner der gegenüberliegenden Küste von Finnland eben so vollkommen als die zwischen Gefle und Torneå überzeugt sind, entweder, dafs das Wasser sinke, oder das Land sich erhebe. Derselbe bemerkte auch, dafs er, ungeachtet der Schwankungen, die zu gewissen Jahreszeiten in dem Wasserspiegel der Ostsee stattfinden, niemals die alten Zeichen entweder an der schwedischen oder finnischen Küste untersucht habe, ohne nicht das Wasser unter denselben stehend anzutreffen. Er gab mir auch einen violetten Mergel, welchen er kürzlich von Nädendal bei Åbo in Finnland mitgebracht hatte, und der daselbst sechszig Fufs über der See vorkommt. Er besteht hauptsächlich, wie der zuvor erwähnte bei Stockholm und Upsala, aus zersetztem Mytilus edulis, enthält indefs auch vollkommen erhaltene Tellina baltica, Littorina littorea, L. rudis und Paludina ulva.

Das Schlofs von Åbo in Finnland ist von mehren Schriftstellern als Beweis angeführt, dafs der Boden, auf welchem es steht, sich nicht gehoben habe, indem es viele hundert Jahre alt ist, und doch noch dicht am Wasser steht. Allein Oberst Hällström versicherte mir, dafs die Basis der Mauern sich zehn Fufs über dem Wasser befinde; so dafs das Schlofs vierhundert Jahre alt seyn und doch daselbst eine allmälige Hebung des Landes von mehr als 2 Fufs in einem Jahrhundert stattgefunden haben könne.

Da ich nicht im Stande war *Sundsvall* zu besuchen, so wandte ich mich schriftlich an Hrn. James Dickson, Residenten in jenem Hafen, mit einer Reihe von Fragen, die er auf mein Gesuch den erfahrensten Lootsen und Fischern, nach deren Rückkehr von ihren Fisch-Stationen im bothnischen Golf, vorlegte. In ihren Antworten haben sie Folgendes angegeben:

1) *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* 1823, *p.* 30. (Ann. Bd. II S. 202.)

1) Sie könnten die Möglichkeit einer Landeshebung nicht begreifen, glaubten aber, dafs der Spiegel des bothnischen Meerbusens langsam gesunken sey, und das diefs Sinken in den letzten dreifsig Jahren ungefähr zwei Fufs betragen habe.

2) Sie hätten nie eins von den 1820 in Felsen eingehauenen Zeichen gesehen, schlössen aber aus anderen Erscheinungen, dafs, in der Nachbarschaft von Sundsvall und Hernösand, das Fallen des Wassers in den letzten 14 Jahren sechs bis acht Zoll betragen habe.

3) Sie selbst wären schon wegen des Zurückweichens und Seichterwerdens der Gewässer genöthigt worden, ihre Fischplätze weiter in die See zu verlegen.

4) Sie könnten Beispiele nachweisen, wo grofse Felsblöcke durch Eis bewegt und von einem Ort zum andern fortgeführt wurden, sowohl an den Küsten der Inseln des bothnischen Meerbusens als auch an denen des Festlandes.

Ich will nun übergehen zu den Küsten der Ostsee an der andern Seite von Schweden zwischen Uddevalla und Gothenburg, einem Landstrich 250 bis 300 Meilen südwestlicher, und ungefähr drei Breitengrade südlicher als der zuvor beschriebene. Die Ablagerungen zu Uddevalla, welche Muscheln jetziger Arten enthalten, und sich an einigen Orten bis zu einer Höhe von mehr als 200 engl. Fufs über die See erheben, sind schon längst berühmt; eben so wie die daselbst von Alexander Brongniart gemachte Entdeckung von Entenmuscheln, an Orten, wo sie gewachsen seyn mufsten. Ich war sehr begierig diese Erscheinung zu sehen, da sie mir viel Licht auf die Zeit zu werfen schien, welche seit der Emporhebung jener Muschelbänke aus der See verstrichen ist; denn wenn die Balani seit dem Auftauchen der Felsen, auf welchen sie sitzen, immer der freien Luft ausgesetzt waren, so ist schwer zu glauben, dafs diese Zeit aufserordentlich grofs gewesen sey, weil sonst diese Muscheln

längst zersetzt seyn müfsten. Die von Hrn. Brongniart berichtete Thatsache ist, glaube ich, zu Capellbacken beobachtet, südlich dicht bei Uddevalla, wo im Gneifs ein enges Thal, und auf dessen Boden eine grofse Ablagerung von Muscheln, Sand und Thon, die sich, nach Hisinger, in ihren höchsten Punkten 206 engl. Fufs über die See erhebt [1]). Vergebens suchte ich auf den Gneifsabhängen, wo sie die Muschelablagerung berühren, nach Balani, eben so wie an einigen isolirten Gneifsfelsen, welche kürzlich durch die Steinbrecher entblöfst wurden, da die muschligen Substanzen als Material zum Wegebau fortgeschaft worden waren. Ich vermuthete jedoch, dafs es gerade eine Stelle, wie die oben erwähnte, war, wo Hr. Brongniart die festsitzenden Entenmuscheln antraf; denn unter ähnlichen Verhältnissen fand ich sie später an einer andern Stelle, Namens Kured, ungefähr zwei Meilen nördlich von Uddevalla [2]). Hier ist in einem Steinbruch, der, von weitem gesehen, auffallend einer unserer Kalkgruben ähnelt, eine Masse weifser Muscheln bis zu einer Tiefe von 40 Fufs blofs gelegt. Obwohl sie jetzt zwei Meilen vom nächsten Punkt der See, und hundert Fufs und mehr über ihr liegt, so füllt sie sichtlich einen ehemaligen, von Gneifsfelsen eingefafsten, schmalen Kanal oder Fiord aus. Die Ablagerung bildet nun eine binnenländische Wiese, deren Fruchtbarkeit stark absticht gegen die steilen und nackten Felsen, die ringsum auf allen Seiten in die Höhe steigen. Sie besteht hier fast ausschliefslich aus dünnen Lagen zertrümmerter und ganzer Muscheln. Sie sind stark zum Kalkbrennen und zum Wegebau benutzt worden, und dadurch ist ein Vor-

1) *Anteckningar etc. Bd. V p.* 81.

2) Hr. Brongniart sagt, er habe die Entenmuscheln gefunden »*un peu au dessus de l'amas coquillier*« (*Tableau des Terr. p.* 89); allein dieſs bezieht sich vielleicht auf das, was damals von der Muschelmasse übrig geblieben war.

sprung und Abhang von Gneifs entblöfst, welcher ehemals bis zu einer gewissen Höhe mufs von ihnen bedeckt worden seyn. An diesem Abhange sitzend, fand ich die kreisrunden Stiele vieler grofsen Balani. Einige dieser Stiele hielten drei Viertelzoll im Durchmesser, und erschienen, da sie weifs sind, als Flecke auf dem Felsen, die von weitem wie Lichenen aussahen. In horizontalen Klüften dieses Felsens fand ich auch hängende Entenmuscheln, so fest sitzend, dafs ich Stücke von hartem Gneifs abschlagen konnte, ohne dafs die Muscheln sich ablösten. An einigen Stellen hingen kleine Zoophyten (Cellepora? Lam.) an dem Felsen oder an den Balani; und einige dieser Celleporen fand ich auch mit darauf gewachsenen Stielen der Balani. Diese Korallen und aufsitzenden Muscheln müssen also auf dem Gneifs gewachsen seyn, ehe die losen Muscheln dieses Thal, das einst eine submarine Höhle war, ausfüllten. Ich hatte mir immer eingebildet, die Muschelformationen bei Uddevalla ähnelten alten Meeresküsten, welche gehoben worden; allein es sind in der That geschichtete Formationen von Sand, Thon und Kies, und an mehren Orten fast ganz von Muscheln, welche in einer früheren Zeit die tiefen Buchten und Fiorde einer See gleich der jetzigen an dieser Küste ausfüllten. Die Menge und Mannigfaltigkeit der Muscheln zu Cappelbakken, Kured und Bräcke erinnerte mich oft an die Ablagerungen von Grignon und Damerie im Pariser Becken. Allein es ist sonderbar, dafs die Muscheln, wiewohl sie in beiden Gegenden fast gleich gut erhalten sind, doch eine so specifische Verschiedenheit darbieten, dafs man in der einen Gegend kaum eine jetzige Species findet, während in der andern fast jede Species noch in der Nordsee angetroffen wird. Die Liste der Muscheln, welche ich hier an einem Tage auffand, findet sich am Schlusse dieses Aufsatzes [1]); und wiewohl sie nur eine unvollkommene Idee von der Gesammtzahl der hier vorkommenden

1) Wegen dieser Liste müssen wir auf's Original verweisen. *P.*

liefert, so wird sie doch wenigstens zeigen, dafs diese Zahl sehr bedeutend ist.

Die Verschiedenheit der Muscheln in diesen Anhäufungen von den fossilen, die ich früher an den Küsten der Ostsee untersucht hatte, war sehr auffallend. Ein bedeutender Antheil der ganzen Masse, besonders zu Kured, besteht aus losen Schalen einer grofsen Entenmuschel (Balanus tulipa), zu welchen, glaube ich, die grofsen Stiele gehören, welche zu Kured die Oberfläche des Gneifses bedecken. Diese Stiele zeigen eine Anzahl concentrischer, oft sehr regelmäfsiger Jahrringe. Nach dem Tode des Thiers scheint die Muschel leicht vom Felsen abgefallen zu seyn; und viele Generationen von ihnen müssen offenbar abgestorben seyn, ehe solche ungeheure Massen geschichteter Muscheln angehäuft werden konnten. Der Balanus sulcatus ist auch sehr gemein, von bedeutender Gröfse, ganz geblieben mit seinem Stiel. Einige sah ich, wie zuvor erwähnt, auf dem Felsen sitzen; allein im Allgemeinen sitzen sie auf den Schalen des Mytilus edulis oder grofsen Schalen des Pecten islandicus, von welchem letzteren die Farbe erhalten ist. Keine dieser Balani oder anderer Species dieser Gattung bewohnt die Ostsee. Die nächste in Menge nach dem Balanus ist vielleicht Saxicava rugosa, von denen die Schalen oft aufserordentlich dick sind und sehr alten Individuen müssen angehört haben. Die beiden Schalen sind zuweilen vereint; doch fand ich sie nie wohnend in einer Höhlung entweder eines Felsens oder eines Zoophyten; vielleicht haben sie die Wurzeln grofser Tangarten bewohnt. Die dicken Muscheln von Mya truncata sind hier auch in grofser Menge; und der Mytilus edulis ist vier bis fünf Mal gröfser als in der Ostsee, und hat viel von seiner Farbe behalten. Ein Fusus (Murex Rumphius Mont.) kommt gleichfalls in Ueberflufs vor.

Zu Uddevalla fand ich auch viele zweischalige Mu-

scheln, in welche durch räuberische Trachelipoden kleine Löcher gebohrt worden waren, wogegen ich in der Nähe von Stockholm und Upsala niemals eine einzige so durch löcherte Bivalve antreffen konnte. Auch leben, glaube ich, jetzt in der Ostsee keine fleischfressenden Mollusken.

Von Uddevalla ging ich nach der kleinen Insel Gullholmen, im Kirchspiel Morlanda, einem Theil der Küste nicht weit von Uddevalla, wo Celsius zu Anfange des vorigen Jahrhunderts erklärte, die See müsse sinken. Auf meinem Wege dahin besuchte ich Orust, eine Insel von 14 Meilen im Durchmesser, hauptsächlich bestehend aus Glimmerschiefer, der Hügel von einigen 100 F. Höhe bilden, auf denen, in verschiedenen Erhebungen, Schichten von Sand, Kies und Thon liegen, die oft ganz von Muscheln entblöfst sind, oft aber viele jetzige Muscheln einschliefsen, meist von denselben Species wie die zu Uddevalla, doch aufserdem noch Ostrea edulis und Cerithium reticulatum. Einige dieser Fossilien traf ich zwischen Hogan und Morlanda in einem blauen Thon, welcher in einer gröfseren Höhe zu liegen schien als irgendwo Muscheln bei Uddevalla. Die Landschaft im Innern von Orust hat genau das Ansehen, welches vermuthlich die gegenwärtige Küste darbieten würde, wenn sie mit ihren Eiländern, Felsen und Buchten emporgehoben, und die dazwischenliegenden Niederungen, worin, weifs man, gegenwärtig Sand, Schlamm und Muscheln zusammengehäuft sind, trocken gelegt würden. Man gab mir eine Beschreibung von der Auffindung eines Ankers bei Morlanda in einem Thale, dessen unterer Theil, seit Gedenken noch lebender Personen durch den Rückzug des Wassers bedeutend an Gröfse zugenommen hat. Beim Hinabsteigen nach Ellelös an der Ostküste, gegenüber der Insel Gullholmen, beobachtete ich, funfzehn Fufs über dem Meeresspiegel, Muschelablagerungen, worin viele Exemplare von Ostrea edulis, Saxicava rugosa, Cerithium und anderen Muscheln, von de

nen ich einige schon bei Uddevalla gesehen hatte, und andere lagen auf den Küsten von Orust ausgeworfen.

In Betreff der Insel Gulholmen sagt uns Celsius, dafs zu seiner Zeit 40 Lootsen, die hier versammelt wurden, und von denen Keiner unter 60 Jahren alt war, einstimmig gegen einen Hrn. Kalm erklärten, dafs an Stellen, wo das Wasser in ihrer Jugend 18 Fufs tief gewesen, es jetzt nur noch eine Tiefe von 15 Fufs besäfse. Er erwähnt auch, dafs einer der Lootsen einen kleinen Felsen bei Gulholmen zeigte, der damals 2 Fufs über das Wasser hervorragte, in der Kindheit dieses Mannes aber nicht sichtbar war [1]).

Die gegenwärtigen Bewohner, so weit ich aus den Unterredungen mit ihnen schliefsen konnte, wissen durchaus nichts von solchen vor einem Jahrhundert gemachten Aussagen; allein, auf meine Frage, ob das Wasser denselben Stand habe wie zu ihrer Jugend, antworteten sie einstimmig mit Nein. Hr. Bruncrona sagt, in seiner zuvor erwähnten Abhandlung, an einem isolirten Felsen, Namens Gulleskär, beim Hafen von Gulholmen, sitze ein eiserner Ring, an welchem Schiffe befestigt würden, und dieser Ring sey i. J. 1820 nach einer Messung acht Fufs über dem Meeresspiegel gewesen. Unglücklicherweise sind keine Specialitäten angegeben; und da sowohl der Ober-Lootse von 1820 und als auch ein anderer, welcher ihm bei der Messung Hülfe leistete, zur Zeit meiner Anwesenheit daselbst bereits todt waren, so konnte ich nicht mit Sicherheit ermitteln, von welchem Punkt des Ringes an sie ihre Messung begonnen, noch durch welche Mittel sie sich der Genauigkeit derselben versichert hatten. Mit Hülfe des jetzigen Ober-Lootsen, Johann Wunsch, fand ich den Punkt, wo der Ring in dem Felsen befestigt ist, nur 7 Fufs 5 Zoll über dem Meeresniveau, welches, wie er behauptete, sich auf sei-

1) Celsius, Bemerkungen über die Abnahme des Wassers in der Ost- und Nordsee. — Schrift. der K. schwed. Acad.

nem gewöhnlichen Stande befand, da nur ein sehr schwacher N.-N.-W.-Wind wehte, und hier keine Ebbe und Fluth vorhanden ist. Der eiserne Ring, welcher mehr als ein halbes Jahrhundert an seinem jetzigen Platze geblieben ist, hält 15 Zoll im Durchmesser, und in aufrechter Stellung, welche man ihm, als ich ihn sah, gerade gegeben hatte, um einen frischen Anstrich von Farbe zu trocknen, steht der oberste Punkt mehr als 18 Zoll über der Oberfläche des Felsens (siehe Fig. 12); allein die Einwohner glauben, die Messung sey vom untersten Punkt oder von dem, wo die Krampe in den Felsen eindringt, genommen worden, was auch das Wahrscheinlichste ist. Aus Neugierde begleiteten mich viele Einwohner; und als ich bemerkte, der Ring sey sieben Zoll weniger über dem Wasser als Bruncrona angegeben, äufserten mehre alte Männer, diefs sey unmöglich, die alte Messung müsse fehlerhaft seyn, denn die See sey seit dem Jahre 1820 gefallen. Einige behaupteten, der Lootse, welcher i. J. 1820 den Befehl zur Anstellung dieser Messung erhalten, habe nicht gewufst, wie er sie ausführen sollte, indem der Ring nicht senkrecht über dem Wasser ist und er kein Instrument zum Nivelliren hatte, um auszumitteln, ob die Linie, welche er erst vom Ringe aus fortführen mufste, genau horizontal war. Ob diese Beschuldigung gegründet sey, kann ich nicht entscheiden; ich erwähne sie nur zum Beweise, dafs die Einwohner von einer stattgefundenen Niveauveränderung überzeugt sind. Für Diejenigen, welche in Zukunft die Messung wiederholen wollen, mag es nützlich seyn, hier die Länge der Linie anzugeben, welche erforderlich ist, um von der Krampe des eisernen Ringes zu dem nächsten Punkt des Felsens zu gelangen, welchen die See bespült. Dieser Punkt liegt jetzt genau in Nord-West gen Nord vom Ringe. Ich spannte die Schnur von einer Ecke des Felsens zur andern aus, ohne sie die Oberfläche berühren und sich in die Vertiefungen legen zu lassen, und

fand die Länge 15 Fufs 5,5 Zoll. Da indefs der Gulleskär keinesweges gut gewählt ist für die Leichtigkeit der Beobachtung, so habe ich in die Wand einer senkrechten Klippe, südlich vom Hafen und etwa 100 Ellen vom Posthause, ein neues Zeichen einhauen lassen. Fig. 13 ist ein Abbild des Zeichens, von welchem der untere Theil in meiner Gegenwart eingehauen ward, und welches der Ober-Lootse vollenden zu lassen versprach. Die horizontale Linie wurde sechs Zoll über dem Wasserspiegel eingeschnitten, und die senkrechte Linie am Ende derselben ist sechs Zoll lang, endigt also mit ihrer kurzen Querlinie gerade in der Oberfläche des Wassers. Die senkrechte Wassertiefe unter dem Zeichen beträgt vier Fufs zwei und einem halben Zoll. Ich möchte rathen, dafs, wo man gesonnen wäre, horizontale Linien oder andere Zeichen, ähnlich dem zuvor vom St. Olof's-Stein erwähnten, *nicht* im Niveau des Meeres, sondern in einer gewissen Höhe über demselben in eine senkrechte Felswand einzuhauen, man immer eine senkrechte Linie bis zu dem vorhandenen Meeresspiegel herabführte, um so die späteren Beobachtungen zu erleichtern und Mifsverständnisse zu verhüten. Zeichen, in einer gewissen Höhe über dem normalen Niveau sind wohl am besten, da sie nicht durch ein temporäres Steigen des Wassers verdeckt werden.

Ehe ich Gulholmen verliefs, besuchte ich Skefverskär, einen isolirten Felsen, welcher, nach dem Zeugnifs verschiedener alter Leute, vor etwa 40 Jahren immer bedeckt war, ausgenommen bei sehr niedrigem Wasserstande. In ihrer Jugend, vor dem Jahre 1799, als an der gegenwärtigen Kirche zu Gulholmen gebaut wurde, gingen sie zu Morlanda in die Kirche; sie mufsten dabei vor diesem Felsen vorüber, und die Entblöfsung seiner Spitze war ihnen eine wohl bekannte Anzeige von gewissen Witterungszuständen. Gegenwärtig wird der Fels beständig gesehen, ausgenommen bei sehr hoher See. Ich fand den

höchsten Punkt sechszehn Zoll über dem Wasserspiegel, und seine gröfste Länge von Ost nach West, einschliefslich einiger abgerissenen Stücke an dem einen Ende, 52 Fufs 4,5 Zoll.

Von Gulholmen ging ich nach Marstrand, einer Insel, etwa 20 Meilen südlicher, um ein anderes der von Bruncrona aufgezählten Zeichen zu beobachten. Zunächst ging ich mit der Fähre zu Svansund wieder nach dem Festland, und dann mit der von Tjufkil nach Koon. An der Küste von Tjufkil fand ich bis zu 16 Fufs und mehr über das Wasser aufsteigende Bänke von Austern und andern Muscheln mit Kieselsteinen untermengt. Die Austern, welche sich in grofser Menge finden, gehören alle zu Ostrea edulis, welche von dieser Küste genommen ist; die übrigen Muscheln sind dieselben wie die zu Uddevalla und Ellelös, und aufserdem Anomia striata. Die Ablagerung ist früher durch einen grofsen Felssturz von den dahinter liegenden steilen Gneifshöhen herab betroffen worden; einige der die Muscheln bedeckenden Blöcke halten neun Fufs im Quadrat.

Nicht weit vom Hafen zu Marstrand ist ein künstlicher Kanal, welcher im J. 1770 durch eine früher die beiden Theile der Insel Koon verbindende Landzunge gegraben wurde. Man durchgrub eine Masse Thon und Muscheln, ähnlich der schon erwähnten zu Tjufkil, so dafs hier ohne Zweifel schon einmal eine natürliche Durchfahrt gewesen ist. Ein Capitain Constant, der über den Kanalbau im J. 1770 die Oberaufsicht führte, liefs an der Küste von Koon, beinahe Marstrand gegenüber, in eine senkrechte Wand von Glimmerschiefer ein Zeichen einhauen, von welchem Fig. 14 eine Skizze darstellt.

Eine horizontale, 10 Zoll lange Linie befindet sich 21 Zoll unter dem tiefsten Punkt der letzten Ziffer (der Jahreszahl). Ich fand diese Linie genau zehn Zoll über dem Wasserspiegel. Meine Beobachtung wurde am 19. Juli 1834 gemacht, 64 Jahre nach Errichtung des Zei-

ebens. Nun sagte mir mein Bootsmann, die horizontale Linie habe den niedrigsten Wasserstand zur Zeit der Kanalgrabung bezeichnen sollen; und dieſs bestätigte mir auch Hr. O. J. Westbeck, welcher in unmittelbarer Nähe wohnt. Auf meine Frage, ob das Wasser zur Zeit meiner Beobachtung wohl ungewöhnlich niedrig stehe, antwortete mir dieser Herr, daſs, da östlicher Wind herrsche, die See allerdings unter ihrem mittleren Wasserspiegel stehe, daſs sie aber keinesweges schon ihren tiefsten Punkt erreicht habe, denn noch sey Wasser in dem Kanal, seinem Landhause gegenüber; während nach einem zweitägigen starken Ostwind die See immer so tief falle, daſs gewisse Strecken des Kanals ganz austrockneten. Er rieth daher, die Wassertiefe an den Stellen des Kanals, welche auszutrocknen pflegen, zu messen, und sie den 10 Zoll zu zu addiren, um welche ich eine halbe Stunde zuvor die See unter der Marke gefunden hatte; so würde ich dann den tiefsten Wasserstand im Vergleich mit dem von 1770 erhalten. Demgemäſs maſsen wir die Wassertiefe an den erwähnten Stellen und fanden sie 14 Zoll betragend; so daſs also der tiefste Wasserstand gegenwärtig zwei Fuſs unter dem vor 64 Jahren liegt. Hr. Westbeck sagte mir, er habe schon von seinem Vater gehört, die Marke, welche in seinem Geburtsjahr eingehauen worden, solle den tiefsten Wasserstand während der Kanalgrabung i. J. 1770 bezeichnen.

Ich habe schon erwähnt, daſs hier an der Küste keine Fluth und Ebbe ist; ein Umstand, welcher sehr ungewöhnlich erscheinen muſs; allein alle Lootsen und Matrosen bezeugten einstimmig diese Thatsache. Ein starker Wind von der Küste ab senkt das Wasser um 2 bis 3 Fuſs; und ein entgegengesetzter hebt es um eben so viel. Trotz dieser zufälligen Schwankungen behaupten die Einwohner bestimmen zu können, ob die See zwei bis drei Zoll unter oder über ihrem mittleren Wasserspiegel stehe. Man zeigte mir wie an andern Orten Felsen welche vor 40 bis

50 Jahren selten sichtbar waren, jetzt aber beständig aus dem Wasser hervorragen. Man erzählte mir auch von vielen felsigen Kanälen, welche ehemals von Booten befahren werden konnten, jetzt aber dazu zu seicht sind; eben so von Wiesen, welche von Jahr zu Jahr mehr Heu liefern, weil sie nach der See hin fortwährend an Ausdehnung zunehmen.

Ich weifs nicht wie weit nach Süden hin dergleichen Anzeigen von Landeshebung beobachtet worden sind; allein es ist gewifs, dafs der schmale Meerbusen, in welchem der Hafen von Gothenburg liegt, sich allmälig angefüllt hat, in solcher Weise, wie es geschehen würde, wenn jene Ursache gemeinschaftlich mit den Anschwemmungen des Flusses gewirkt hätte. Es ist wohl bekannt, dafs der alte Hafen im 16. Jahrhundert 20 Meilen weiter aufwärts lag und Lödese hiefs; späterhin wurde er weiter abwärts angelegt, und Neu-Lödese genannt, um ihn von dem Ueberrest des alten Hafens zu unterscheiden. Allein gegenwärtig führt der jüngere dieser den Namen Gammle Staden, d. h. die alte Stadt, und liegt eine Meile und darüber oberhalb Gothenburg.

Auf den Bänken des Flusses bei Gothenburg fand ich eine Ablagerung von blauem Thon, gefüllt mit einer grofsen Mannigfaltigkeit neuerer Meeresmuscheln. Unter andern: Lutraria compressa, Mactra subtruncata sehr zahlreich, Tellina solidula, Donax trunculus? (Dillwyn), Cyprina islandica, Venus gallina, Cardium edule, Littorina littorea, Turritella terebra, Rostellaria pes pelicani, und Buccinum reticulatum. Dieser Theil der Mündung ist jetzt immer mit süfsem Wasser angefüllt, ausgenommen in seltenen Fällen und auf kurze Zeit, wenn ein starker Wind die See in den Flufs treibt und das Wasser um sechs Fufs hebt, wo es dann brakisch wird. In dem Thal der Götha-Elf, zwischen Gothenburg und Trolhättan, sind in verschiedenen Höhen über der See ähnliche Meermuscheln wie zu Uddevalla gefunden.

Einige Personen, welche lange in Gothenburg wohnten, zeigten mir als einen Beweis vom dortigen Fallen des Wassers Felsen, welche bis zu mehren Fufsen über dem höchsten Wasserstand nackt und ungefärbt waren, womit sie sagen wollten, frei von Lichenen.

Eine ähnliche Bemerkung ist mir zu Tjufkil, Svansund und an anderen Orten dieser Küste gemacht worden. Es ist wahrscheinlich, dafs einige Flechtenarten eine längere Zeit als andere gebrauchen, um auf frisch entblöfsten Felsen festen Fufs zu fassen. Bei Gothenburg konnte ich deutlich beobachten, dafs einige Arten sich mehr dem Wasserrande näherten als andere, und dafs die Mannigfaltigkeit der Species und die Verschiedenartigkeit der Farben mit der Höhe zunimmt. Es wäre daher eine interessante Aufgabe für einen in der Botanik hinreichend bewanderten Geologen zu bestimmen, ob die Ausdehnung der Lichenen und Moose, hinunter zum Wasser, an dieser Küste, wo die Felsen fortwährend steigen sollen, sich verschiedenartig erweist von der Vegetationsgränze an andern Küsten, wo man weifs, dafs der Stand des Landes gegen die See unverändert geblieben ist.

An vielen zuvor beschriebenen Stellen dieser Ostküste gefriert in strengen Wintern die See zwischen den Scheeren, d. h. zwischen den Klippen und Eiländern, welche das Festland umsäumen und zwischen denen das Wasser fast immer ruhig ist. Da ich zuvor die Nachrichten mittheilte, welche ich im bothnischen Meerbusen über das Fortschaffungsvermögen des Eises einzog, so wird es nicht unnütz seyn, einige Thatsachen in Betreff desselben Gegenstandes, welche ich zu Gothenburg kennen lernte, anzuführen. Im Hafen dieser Stadt giebt es eine grofse Anzahl starker Holzpfähle, Delphine genannt, drei bis vier Fufs im Umfang, die bis zu bedeutender Tiefe in den Schlamm eingerammt sind, und sehr fest stehen, um Schiffe daran befestigen zu können. Da diese Delphine jährlich einfrieren, so hat man es für nöthig gefun-

den, das Eis rings um sie her aufzuhauen; allein zuweilen wird dieſs unterlassen. Bei solchen Gelegenheiten werden, sagte mir Hr. Harrison, der englische Vicekonsul, wenn das Wasser im Flusse anschwillt, viele Pfähle durch das schwimmende Eis bis zu sechs Fuſs senkrecht aus dem Schlamm emporgezogen.

Hr. Westbeck zu Marstrand, dessen ich bereits erwähnte, erzählte mir, daſs er, als er vor dreiſsig Jahren im Dienste der schwedischen Taucher-Gesellschaft stand, viele Gelegenheiten hatten zu erfahren, mit welcher auſserordentlichen Kraft das Eis schwere Massen vom Boden der See aufzuheben und weit fortzuführen, im Stande sey. Zwei Mal erlebte er es, daſs das Eis sich um gesunkene Schiffe, die unter seiner Aufsicht standen, ansammelte, daran festfror, und sie sammt der ganzen Ladung und allem Ballast aus seichtem Wasser in tiefes fortschwemmte.

---

Ich will nun einige allgemeine Schlüsse aufstellen, zu welchen ich durch die bisher beschriebenen Beobachtungen geführt worden bin. Aus der Lage der fossilen Muscheln lebender Species an der Küste der Ostsee zwischen Gefle und Södertelje, und an der Küste der Nordsee zwischen Uddevalla und Gothenburg, ist einleuchtend, daſs der Landstrich, welcher in diesen Gegenden einst die beiden Seen trennte, weit schmäler war als in einer verhältnifsmäſsig neueren Zeit. Muscheln, ähnlich denen von Uddevalla, sind nicht nur einige Meilen östlich von diesem Ort gefunden worden, sondern weit landeinwärts, wie zu Trolhättan beim Kanalbau daselbst [1]), ja noch weiter im Innern, etwa 50 Meilen von der Küste, zu Tusenddalerbacken und an anderen Orten, nahe beim Rogvarpen-See in Dalsland, an der Westseite des Wener-Sees. Eine Beschreibung dieser Fossilien findet man in dem

1) Hisinger's *Anteckningar, Vol. IV p.* 42.

dem Werke des Hrn. Hisinger, dem wir eine schätzbare geologische Karte über das gesammte südliche Schweden verdanken. Man trifft sie auch in Dalsland eben so hoch über der See, wie bei Uddevalla, nämlich in einer Höhe von etwa 200 Fufs; so dafs man annehmen mufs, zur Zeit ihrer Ablagerung habe der ganze grofse Wener-See, der eine niedrige Lage hat, einen Theil des Oceans ausgemacht. Andererseits müssen wir annehmen, dafs damals, als die Meermuscheln der Umgegend von Upsala, Stockholm und Torshälla in der Ostsee lebten, der ganze Mälar-See eine Bucht derselben ausmachte. Nun beträgt der Abstand zwischen dem Wener- und dem Mälar-See in den nächsten Punkten nur ungefähr 70 englische Meilen, wogegen die Entfernung zwischen Stockholm und Uddevalla, den Punkten, in welchen sich beide Meere in derselben Richtung jetzt am nächsten kommen, mehr als drei Mal so grofs ist. Es ist sehr zu wünschen, dafs schwedische Geologen diesen Gegenstand weiter nachforschen, und genau ermitteln, wie weit die Muscheln beider Seen in entgegengesetzten Richtungen landeinwärts verfolgt werden können.

Bei der Reise durch Schweden von Stockholm nach Södertelje, Arboga, Orebro, Mariestadt, und von Wenersborg nach Uddevalla kam ich über den Scheitel des Landes, ungefähr auf halbem Wege zwischen der Ost- und Nordsee, bei *Bodarne*, wo die Hügel, wie v Buch bemerkt, vermuthlich nicht über 5 bis 600 Fufs Höhe haben. Geschiebe fand ich weit und breit über das ganze Land ausgestreut, jedoch weit grösere und weit zahlreicher an der Ostseite der Wasserscheide als an der Westseite. Es fanden sich daselbst auch Ablagerungen von geschichtetem Sand und Kies auf den Höhen, doch niemals war ich im Stande irgend eine Muschel darin zu entdecken, eben so wenig wie in dem blauen Thon in den niederen Gründen, welche die Seen umgeben. Wo darin einmal sehr selten eine Muschel vorkam, gehörte

sie einer Süfswasser-Species an, wie z. B. am zuvor genannten Ort beim Mälar-See, nicht weit von Torshälla, zwischen Smedby und Kongsör. Es fragt sich natürlich: ob die Erscheinungen im Innern überall von der Art sind, dafs sie mit der Hypothese eines allmäligen Emporsteigens übereinstimmen, der gemäfs man voraussetzen mufs, dafs jede Gegend der Reihe nach erst eine Untiefe und dann für einige Zeit eine Küste der See wurde. Beim Vergleiche der Ost- und Westküste, nebst ihren Inseln, mit dem Innern scheint mir, dafs sowohl die geologischen Erscheinungen als die physischen Gestaltungen der von mir untersuchten Gegenden sehr gut mit einer solchen Theorie übereinstimmen. Auf dem Wege von Gefle nach Fahlun und von dort nach Sala fand ich die Zahl der Geschiebe sehr grofs, wie auf den Inseln und Küsten des bothnischen Meerbusens; dagegen sind sie an der entgegengesetzten oder westlichen Küste, sowohl auf dem Festlande um Uddevalla und Gothenburg, als auch auf benachbarten Scheeren, an Gröfse und Zahl weit unbedeutender. Zu Capellbacken bei Uddevalla sah ich indefs bedeutende Geschiebe auf den neueren Muschelbänken liegen, ähnlich der von mir bei Upsala beschriebenen Erscheinung, wo ungeheure Blöcke auf Sandhügeln ruhen, die durch fossile Muscheln baltischer Species charakterisirt sind. Die Versetzung dieser Felsblöcke in ihre gegenwärtige Lage fuhr also noch nach der Zeit fort, da an beiden Küsten die neueren Muschelformationen abgelagert wurden; und aus mehren der in dieser Abhandlung angeführten Thatsachen geht hervor, dafs dergleichen Blöcke noch jetzt alljährlich durch Eisschollen herangeschwemmt werden. Ich begreife nicht recht, aus welchen Gründen einige Geologen geschlossen haben, dafs die Geschiebe des nördlichen Europa gleichzeitig ausgestreut seyen; allein es würde mich zu weit führen, wenn ich diese Hypothese widerlegen wollte. Ich kann jedoch bestätigen, was Prof. Hausmann angegeben hat, dafs näm-

lich auf den Åsarn die gröfsten Blöcke immer auf den höhern Stellen liegen, eine Thatsache, die mir anzudeuten scheint, auf welche Weise sie in ihre gegenwärtige Lage versetzt worden sind. Denn waren diese Åsar ursprünglich Sandbänke in der See, wie es die in einigen derselben gefundenen Seemuscheln mich glauben lassen, so würden die Rücken dieser Bänke dem Weiterschwimmen der Eisinseln, welche auf zuvor angedeutete Weise Felsstücke fortführen konnten, Einhalt gethan haben.

Was den Satz betrifft, dafs in gewissen Theilen Schwedens das Land im Emporsteigen begriffen sey, so nehme ich, nach meiner Bereisung der zuvor erwähnten Districte, keinen Anstand, ihm beizupflichten. Aufser den geologischen Beweisen, welche die neuere Muscheln enthaltenden Schichten an die Hand geben, lassen sich für das Emporsteigen noch zwei Gründe anführen: das Zeugnifs der Einwohner und die Niveauveränderung künstlicher Zeichen in Felsen. Mehr als eine Generation ist untergegangen, seitdem uns Celsius die Erzählungen der Lootsen, Fischer und sonstigen Bewohner der beiden gegenüberliegenden Küsten von Gefle und Gulholmen hinsichtlich der Zunahme des Landes und des scheinbaren Sinkens der See berichtet hat. Und doch hörte ich an denselben Orten von jetzt lebenden Personen genau die nämlichen Angaben, so identisch mit jenen, dafs sie als blofse Wiederholungen der Worte von Celsius erscheinen, mit keiner weiteren Veränderung, als der in den Namen der Zeugen. Allein ich räume ein, was früher ich selbst beim Nachlesen über diesen Gegenstand erfahren habe, dafs es nicht leicht ist Jemanden zu überzeugen, der nicht selbst das Land besucht hat; denn der Eindruck, welchen jene Zeugnisse machen, erhält fast all sein Gewicht von einer Masse kleinlicher Particularitäten, die, einzeln betrachtet, nur von geringer Wichtigkeit sind.

Aus dem, was ich zu Calmar und Stockholm im Vergleich mit Oregrund und Gefle sah, zweifle ich nicht,

dafs der Betrag des Steigens sehr verschieden sey an verschiedenen Orten; und im südlichen Schonen konnte ich weder aus den Zeugnissen der Einwohner noch aus irgend einer Erscheinung an der Küste ermitteln, ob daselbst irgend eine Veränderung in dem relativen Niveau stattgefunden habe. Die Hebung von etwa 3 Fufs in einem Jahrhundert, welche das Zeichen zu Löfgrundet andeutet, und die von zwei Fufs in etwa vier und sechszig Jahren an der Marke zu Marstrand stehen in solcher Uebereinstimmung mit den Aufnahmen von Bruncrona, Hällström und Anderen, dafs ich volles Vertrauen in die Schlüsse setze, zu welchen dieselben durch eine gröfsere Anzahl und ein bedeutenderes Gebiet umfassende Angaben gelangt sind. Der geringe Betrag des von mir zu Oregrund und Gefle beobachteten Unterschiedes zwischen dem Meeresspiegel und den Wahrzeichen von 1820, obwohl er dasselbe Resultat bestätigt, ist an sich zwar ohne Bedeutung denn eine Niveaudifferenz von nur etwa 4 bis 6 Zoll läfst sich leicht einem zufälligen oder besonderen Zustand des Wetters während meines Besuches zuschreiben. Künftige Beobachter könnten demnach wohl gar die Marken unter Wasser getaucht finden; allein defsungeachtet glaube ich, dafs wenn man Sommerszeit und einen windstillen Tag auswählt, um die Umstände denen gleich zu machen, unter welchen die Marken errichtet wurden, auch immer eine Depression des Niveaus zum Betrage von mehren Zollen innerhalb der letzten 14 Jahre gefunden werden wird.

Dem sey indefs wie ihm wolle, so glaube ich doch der wissenschaftlichen Welt Glück wünschen zu dürfen, dafs dieses wunderbare Phänomen mit jedem Tage die Aufmerksamkeit der Physiker Schwedens in erhöhtem Maafse auf sich zieht, namentlich des Prof. Berzelius, welcher bereits in seinen Jahresberichten mehre schätzbare Beobachtungen über den Wasserstand des Mälar-Sees zu verschiedenen Jahreszeiten bekannt gemacht hat, und veranlassen wird, dafs künftig die Marken im bothnischen Meerbusen häufiger beobachtet werden. Nur durch Vervielfältigung solcher Messungen und durch Wiederholung derselben in kurzen Zeiträumen, werden wir dereinst im Stande seyn, zu entscheiden, ob die Bewegung des Landes oscillatorisch oder progressiv, intermittirend oder constant sey.

## IV. *Ueber das Verhalten der wasserfreien Schwefelsäure zu einigen Chlormetallen und Salzen; von Heinrich Rose*[1]).

Leitet man die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure auf fein zerriebene wasserfreie Kalkerde oder auf fein zerriebenes Bleioxyd, während man die Gefäfse, in welchen diese Basen enthalten sind, mit Eis umgiebt, so werden sie nicht von ihnen absorbirt. Die Dämpfe der Säure verdichten sich zuerst an den Theilen des Gefäfses zu krystallinischen Anhänfungen, die am meisten erkältet werden, und geschieht diefs an den Stellen, wo die Basen liegen, so setzt sich die Säure krystallinisch auf dieselben ab, ohne sich mit zu verbinden.

Es findet nur dann eine Verbindung der wasserfreien Schwefelsäure mit den wasserfreien feuerbeständigen Basen statt, wenn diese erhitzt werden. Leitet man die Dämpfe der Säure über erhitzte, aber noch nicht glühende wasserfreie Kalkerde, so werden sie ganz von derselben absorbirt.

Die wasserfreie Schwefelsäure verbindet sich dagegen schon bei gewöhnlicher Temperatur unter starker Erhitzung mit trocknem Kalihydrat.

Auf welche Weise sich die wasserhaltige Schwefelsäure gegen wasserfreie Basen verhält, ist bekannt. Die grofse Verschiedenheit indessen in dem Verhalten der wasserfreien und der wasserhaltigen Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur gegen andere Substanzen tritt noch mehr in dem Verhalten beider gegen einige Chlormetalle hervor.

Sertürner behauptete zuerst durch Zersetzung des Kochsalzes vermittelst wasserfreier Schwefelsäure bei Glühhitze salzsaures Gas und schwefelsaures Natron erhalten

1) Vorgelesen in der Academie der Wissensch. am 2. Juni 1836.

zu haben [1]). Döbereiner vermuthete, dafs hierbei sich eine Verbindung von Chlor mit schweflichter Säure bilde [2]), und L. Gmelin zeigte durch Versuche, dafs die entweichenden Gasarten aus Chlorgas und schweflichtsaurem Gas beständen [3]).

Ich war begierig zu erfahren, wie sich *Chlorwasser-Ammoniak* gegen wasserfreien Schwefelsäurestoff verhalten würde. Es wurden daher auf fein gepulverten und sehr gut getrockneten Salmiak, der in einem Gefäfse lag, welches mit Eis umgeben war, die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure geleitet. Sie wurden sogleich vom Salze in grofser Menge absorbirt, und kein Theil der sich verdichtenden Säure setzte sich an Stellen des Glases an, wo das Salz nicht lag, wenn diese auch stärker erkältet wurden. Es entwickelte sich dabei weder Chlorwasserstoff-, noch Chlor- oder schweflichtsaures Gas, aber der Salmiak verwandelte sich in eine durchscheinende, zusammenhängende, im Anfange biegsame, später erhärtete Salzmasse, die aber, wenn sie sich von einer gewissen Dicke gebildet hatte, das unter ihr liegende gepulverte Salz gegen die Dämpfe der Säure schützte, so dafs es sich nicht ferner damit verbinden konnte. Wurde dann noch fortgefahren, Dämpfe der wasserfreien Säure in das Gefäfs zu leiten, so setzten sich diese dann als krystallinische Massen an andere stark erkältete Stellen des Gefäfses an. — Wird aber ein Ueberschufs von Salmiak angewandt, und durch's Zerstofsen der gebildeten Kruste dasselbe oft von Neuem mit den Dämpfen der Säure in Berührung gebracht, so erhält man zusammenhängende Salzmassen, die in trockner Luft nicht im Mindesten wie wasserfreie Schwefelsäure rauchen.

Die gebildete Salzmasse, welche eine Verbindung

1) Gilbert's Annalen, Bd. LXXII S. 109.

2) Gilbert's Annalen, Bd. LXXII S. 331.

3) Gilbert's Annalen, Bd. LXXIII S. 209.

von wasserfreier Schwefelsäure mit unzersetztem Chlorwasserstoff-Ammoniak ist, zersetzt sich durch wenige Tropfen Wasser; es entsteht dabei eine sehr heftige Entwicklung von Chlorwasserstoffgas. Wird zur Zersetzung viel Wasser angewandt, so löst sich das Chlorwasserstoffgas im Ueberschufs des Wassers auf. Auch schon durch's Liegen an feuchter Luft wird die Verbindung, unter Entwicklung von Chlorwasserstoffgas, in wasserhaltiges schwefelsaures Ammoniak verwandelt, in dessen Auflösung im Wasser nicht nur durch eine Auflösung von Chlorbaryum, sondern auch durch eine Auflösung von Chlorstrontium schon in der Kälte starke weifse Niederschläge erzeugt werden. Die Auflösung enthält daher nicht wasserfreies schwefelsaures Ammoniak. — Wird die Verbindung erhitzt, so entwickelt sie im Anfange Chlorwasserstoffgas, und dann zeigen sich bei fernerer Einwirkung der Wärme die Erscheinungen, welche bei der Sublimation des schwefelsauren Ammoniaks stattfinden.

Ich dachte mir im Anfange die erhaltene Salzmasse als eine Verbindung von wasserfreiem schwefelsauren Ammoniak mit Chlorwasserstoff, ähnlich dem gewöhnlichen schwefelsauren Ammoniak zusammengesetzt, nur dafs in jener Verbindung der Chlorwasserstoff die Stelle des Wassers vertritt, und glaubte, dafs durch Wasser der Chlorwasserstoff aus der Verbindung getrieben, und dadurch wasserhaltiges schwefelsaures Ammoniak gebildet würde, dessen Auflösung gegen Baryterde- und Strontianerde-Auflösungen wie die anderer schwefelsaurer Salze wirke.

Diese Ansicht von der Zusammensetzung der neuen Verbindung fand ich indessen in sofern nicht bestätigt, als es mir nicht gelang, sie auf die Weise zu erzeugen, dafs ich trocknes Chlorwasserstoffgas über wasserfreies schwefelsaures Ammoniak leitete. Das Gas wurde von demselben nicht absorbirt. Noch mehr indessen waren mit dieser Ansicht die Resultate von Versuchen im Wi-

derspruch, die ich über das Verhalten der wasserfreien Schwefelsäure zu Chlorkalium und Chlornatrium anstellte.

Leitete ich nämlich auf etwas erkältetes, gepulvertes, trocknes *Chlorkalium*, auf dieselbe Weise wie auf Salmiak, die Dämpfe der wasserfreien Säure, so fanden ganz dieselben Erscheinungen statt; es konnte nicht die mindeste Gasentwicklung wahrgenommen werden; die Dämpfe der Säure wurden vollständig absorbirt und verwandelten das Chlorkalium in eine zusammenhängende, durchscheinende, harte Masse. Nur erst, wenn sich eine Kruste hiervon von hinlänglicher Dicke gebildet hatte, setzte sich die Säure an andere Stellen des Glases an. So wie etwas Wasser zur erhaltenen Verbindung gesetzt wurde, entwickelte sich Chlorwasserstoffgas mit Heftigkeit. Die Verbindung war also ganz der aus Salmiak und wasserfreier Schwefelsäure analog. Der einzige Unterschied bei der Bereitung schien mir nur der zu seyn, dafs der Salmiak die Dämpfe der wasserfreien Säure begieriger absorbirte, als das Chlorkalium.

Wird diese Verbindung erhitzt, so zersetzt sie sich, und nun zeigen sich die Erscheinungen, welche L. Gmelin bei der Zersetzung des Kochsalzes durch wasserfreie Schwefelsäure beschreibt. Es entwickelte sich zuerst ein Geruch nach Chlor, und später erst nach schweflichter Säure; der Rückstand schmilzt bei gelinder Wärme, so lange er noch unzersetztes Chlorkalium enthält; nach vollständiger Erhitzung zeigt aber die Auflösung desselben in Wasser mit salpetersaurer Silberoxydauflösung nur eine schwache Opalisirung.

*Chlornatrium* verhält sich gegen die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure ganz auf dieselbe Weise wie Chlorkalium.

Andere Chlorverbindungen absorbiren indessen die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure nicht so wie die alkalischen Chlormetalle. Vollkommen entwässertes, aber

nicht geschmolzenes, doch fein gepulvertes *Chlorbaryum* scheint nichts von den Dämpfen der Säure aufzunehmen, eben so *Kupferchlorid*, das braun bleibt, so lange die sauren Dämpfe auch hinzugeleitet werden. Diese verdichten sich in beiden Fällen an andern, vorzüglich erkälteten Stellen des Glases, und nicht gerade da, wo die Salze liegen.

Gepulvertes *Jodkalium* absorbirt die Dämpfe der Säure begierig, färbt sich aber dadurch rothbraun, und erst, wenn dieſs vollkommen geschehen ist, setzen sich Krystalle der Säure an andere Stellen des Glases an, wo kein Jodkalium liegt. Diese färbten sich mit der Zeit grünblau. — Die Säure zersetzt also schon in der Kälte das Jodkalium, es bilden sich schwefelsaures Kali, schweflichte Säure und Jod, und die Dämpfe des letzteren verbinden sich mit der überschüssigen wasserfreien Schwefelsäure zu einer grünblauen Verbindung, welche zuerst von Bussy dargestellt worden ist. — Wird die rothbraune Masse in Wasser aufgelöst, so ist die Auflösung im Anfange durch freies Jod rothbraun, wird aber durch die Einwirkung der schweflichten Säure entfärbt.

Auch *Jodwasserstoff-Ammoniak* wird, durch die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure, welche es absorbirt, auf ähnliche Weise in eine dunkel rothbraune Masse verwandelt.

Eine ähnliche Zersetzung erleidet auch das *Bromwasserstoff-Ammoniak* durch die Dämpfe der Säure. Es verwandelt sich in eine gelbe Masse, und das Glas wird mit Dämpfen von Brom erfüllt.

Dagegen absorbirt *salpetersaures Kali* im gepulverten Zustande die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure in der Kälte, ohne durch sie zersetzt zu werden. Es verwandelt sich dadurch in eine schmierige, später hart werdende Masse von ganz weiſser Farbe. Nach einigen Tagen indessen hatte sich das Glas, obgleich es ziemlich fest verschlossen war, mit rothen Dämpfen von sal-

petrichter Säure angefüllt. Dieselbe Zersetzung geschah bei der noch unzersetzten, frisch bereiteten Verbindung, wenn sie erhitzt wurde.

Auch gepulvertes *schwefelsaures Kali* absorbirt die Dämpfe der Säure, doch sehr langsam. Wird die Verbindung erhitzt, so entweicht Schwefelsäure und es bleibt ein unschmelzbarer Rückstand von schwefelsaurem Kali. Es hat sich also nicht zweifach schwefelsaures Kali gebildet, dessen Bildung aus Mangel an Wasser nicht stattfinden konnte.

Sogar gewöhnliches *wasserhaltiges schwefelsaures Ammoniak* absorbirt, doch sehr langsam und nicht in grofser Menge, die Dämpfe der wasserfreien Schwefelsäure, und bildet bei erhöhter Temperatur eine schmelzbare Masse, die wie saures schwefelsaures Ammoniak durch's Erhitzen zersetzt wird.

Merkwürdiger dagegen ist die Verbindung der wasserfreien Schwefelsäure mit dem *wasserfreien schwefelsauren Ammoniak*, welche sich immer bildet, wenn trocknes Ammoniakgas zu einer grofsen Menge von wasserfreier Schwefelsäure, und wenn diese eine zu dicke Schicht ausmacht, geleitet wird. Ich habe dieser Verbindung schon früher Erwähnung gethan [1]), und angeführt, dafs sie es ist, welche verhindert, dafs man bei der Bereitung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks eine bedeutende Menge desselben von grofser Reinheit erhalten kann. Die Verbindung bildet glasartige harte Stücke, welche dem weifsen arabischen Gummi ähnlich sind. Sie zieht bald Feuchtigkeit aus der Luft an und zerfliefst. Im Wasser löst sie sich leicht auf; beim Uebergiefsen mit Wasser zischt sie, was auch bei der Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks der Fall ist, wenn es etwas von dieser Verbindung eingeschlossen enthält. — Sie verwandelt sich schwer in neutrales wasserfreies Ammoniak,

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXII S. 83.

wenn sie auch lange mit trocknem Ammoniakgas in Berührung bleibt.

## V. *Ueber das Wasser als Bestandtheil der Salze, zunächst der schwefelsauren; von Hrn. Thomas Graham.*

(Uebersandt vom Hrn. Verfasser in einem besonderen Abzug aus den *Transact. of the Royal Societ. of Edinburgh, Vol. VIII.*)

Es wird nicht unnütz seyn, einige der Functionen zu bezeichnen, welche, wie bereits angenommen worden, das Wasser in der Zusammensetzung der Salze ausübt.

Jedes Amphid-Ammoniaksalz enthält ein Atom Wasser, und kann ohne dasselbe nicht bestehen. Der Verbindungszustand des Wassers darin ist eigenthümlich; man hat angenommen, die Elemente des Ammoniaks verbinden sich mit dem Wasserstoff des Wassers zu einem neuen zusammengesetzten Radicale, Ammonium genannt, und mit diesem neuen Radicale vereinige sich der Sauerstoff des Wassers zu Ammoniumoxyd. Demgemäfs ist das salpetersaure Ammoniak, in welchem die Elemente von Salpetersäure, Ammoniak und Wasser zu gleichen Atomen enthalten sind, angesehen als wasserfreies salpetersaures Ammoniumoxyd, entsprechend dem Salpeter oder salpetersauren Kaliumoxyd. Es ist indefs nicht die Absicht dieses Aufsatzes, den Zustand des Wassers besonders in den Ammoniaksalzen zu betrachten.

Oft findet man das Wasser in Salzkrystallen nur durch eine schwache Verwandtschaft gebunden, und dann heifst es Krystallwasser. Die Zahl der Wasseratome, die ein Salz bei seiner Krystallisation aus einer Lösung aufnimmt, hängt ab von der Temperatur und anderen unbedeutenden Ursachen. Wegen der Leichtigkeit, mit welcher diefs Wasser gewöhnlich durch Hitze ausgetrieben

werden kann, und auch weil viele, in der Regel gewässerte, Salze eben so gut im krystallinischen Zustande ohne Wasser bestehen können, wird es gemeiniglich als ein nicht wesentlicher Bestandtheil der Salze angesehen.

In den Hydraten der ätzenden Alkalien und Erden wird das Wasser mit starker Verwandtschaft zurückgehalten, und für gewöhnlich nimmt man an, es sey gleich einer Säure mit diesen Körpern verbunden. In dergleichen Hydraten übt also das Wasser die Function einer *Säure* aus.

Bei den Hydraten der Säure hat man denjenigen Antheil Wasser, welcher durch Hitze nicht abgeschieden, oder welcher sehr stark zurückgehalten wird, im Allgemeinen als Basis gegen die Säure betrachtet, wiewohl man dem Gegenstand wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat. Die höchst concentrirte Schwefelsäure hält ein Atom Wasser zurück, und ist als ein Sulphat von Wasser betrachtet worden. Ferner ist bei sauren Salzen, wie das saure schwefelsaure oder saure weinsaure Kali das eine Atom Wasser, welches beständig mit diesem Salze verknüpft ist, neuerlich von unseren aufgeklärtesten Theoretikern in der Chemie als wesentlich für die Zusammensetzung angesehen, und die Möglichkeit eingeräumt, solche Salze möchten in Wirklichkeit *Doppelsalze* seyn, das saure schwefelsaure Kali nämlich schwefelsaures Kali mit schwefelsaurem Wasser, und das saure weinsaure Kali weinsaures Kali mit weinsaurem Wasser.

In einem neueren Aufsatz habe ich diese Ansicht vom Wasser für den Fall, wo es als Basis gegen die Phosphorsäure wirkt, näher entwickelt [1]). Diese Säure ist fähig sich in drei verschiedenen Verhältnissen mit dem Wasser zu verbinden, und die Anzahl der sich jedesmal mit der Säure verbindenden Atome Wasser hängt von verschiedenen Umständen ab. Dafs das Wasser die Base sey in diesen drei Hydraten, folgt aus der Thatsache,

1) S. diese Annal. Bd. XXXII S. 33. *P.*

dafs, bei Behandlung derselben mit einem Alkali, das Wasser beständig durch eine aequivalente Menge Alkali ersetzt wird. Aus jedem phosphorsauren Natron und dem ihm entsprechenden phosphorsauren Wasser fällt salpetersaures Silber einerlei Niederschlag, indem die Zusammensetzung des Niederschlags in beiden Fällen durch dieselbe Doppelzersetzung bedingt wird. Die Eigenthümlichkeit der Phosphorsäure besteht darin, dafs sie sich mit Wasser als Base in mehren Verhältnissen verbindet, während alle übrigen Säuren, so weit bis jetzt bekannt, sich mit dem Wasser als Base nur in Einem Verhälnifs vereinigen. Durch diese Entdeckungen über die Phosphorsäure und ihre Salze werden die gewöhnlichen Ansichten von der Constitution der Salze ganz geändert. Die Salze, welche doppelt-, einfach- und basisch-phosphorsaure Salze genannt wurden, sind alle dreifach-basische Salze. Die gewöhnliche Idee von einem sauren Salze findet keine Anwendung auf eins von ihnen.

Später habe ich gefunden, dafs das Wasser, in gewissen Salzen, noch in einem andern Zustand vorhanden ist, nicht die Function einer wahren Basis ausübt, indem es nicht durch eine alkalische Basis, sondern durch ein *Salz* ersetzbar ist. Diese neue Function des Wassers als Bestandtheil der Salze zu erläutern, ist mein Hauptzweck in diesem Aufsatz.

Die Neigung des phosphorsauren Natrons sich mit noch einer Portion Natron zu verbinden und ein basisches Salz zu bilden, habe ich dem Daseyn von Wasser als Basis in dem ersteren zugeschrieben. Diese Untersuchung führte von selbst zu der Frage, ob in der Zusammensetzung solche Salze, welche Neigung haben sich mit andern Salzen zur Bildung von Doppelsalzen zu verbinden, etwas Analoges vorhanden sey. Die Salze, welche sich am leichtesten zusammen verbinden, sind die schwefelsauren Salze, und zu diesen habe ich mich daher zunächst gewandt. Es ergab sich dabei das Resultat, dafs in

der wohlbekannten Klasse von schwefelsauren Salzen, bestehend aus dem Talkerde-, Zink-, Eisen-, Mangan-, Kupfer-, Nickel- und Kobalt-Salz, welche alle entweder mit fünf oder mit sieben Atomen Wasser krystallisiren, eins der Atome stärker mit dem Salz verbunden ist als die übrigen vier oder sechs, welche letztere im Allgemeinen durch eine unter dem Siedpunkt des Wassers liegende Temperatur ausgetrieben werden können, während das letzte Atom zu seiner Austreibung eine Hitze von mehr als 400° F. erfordert und für das Salz wesentlich zu seyn scheint. Die Zusammensetzung des krystallisirten schwefelsauren Zinks z. B. kann so ausgedrückt werden:

$$\dot{Zn}\,\ddot{\dot{S}}\,\dot{H} + \dot{H}^6 \ldots {}^{1})$$

Wir theilen hier also die sieben Atome Wasser in ein Atom, welches für die Constitution des Salzes, wie wir es kennen, wesentlich ist, und sechs Atome, welche es nicht sind; und auf diese letztere können wir den Namen: »Krystallwasser« beschränken. Nun ist in dem schwefelsauren Doppelsalz aus Zinkoxyd und Kali das besagtermafsen dem schwefelsauren Zinkoxyd gehörige eine Atom Wasser ersetzt durch ein Atom schwefelsaures Kali, und die sechs Atome Krystallwasser sind geblieben. Schwefelsaure Talkerde verbindet sich mit schwefelsaurem Kali auf gleiche Weise, und eben so thun es alle übrigen Salze dieser Klasse. Die Zusammensetzung des krystallisirten schwefelsauren Zinkoxyd-Kalis, welches als Typus dieser Familie von Doppelsalzen betrachtet werden kann, wird daher dargestellt durch die Formel:

$$\dot{Zn}\,\ddot{\dot{S}}\,(\dot{K}\,\ddot{\dot{S}}) + \dot{H}^6$$

welche blofs dadurch von der vorhergehenden Formel abweicht, dafs das Zeichen des schwefelsauren Kalis ($\dot{K}\,\ddot{\dot{S}}$) die Stelle des wesentlichen Atoms Wasser ($\dot{H}$) vertritt.

1) Zu bemerken ist, dafs hier das H gleich 2H bei Berzelius ist.

Aus einer gleichzeitigen Untersuchung der sauren schwefelsauren Salze ergab sich als unvermeidlicher Schluſs, daſs auch sie Doppelsalze sind; daſs z. B. das doppeltschwefelsaure Kali ein Sulfat von Wasser und Kali ist, entsprechend der Formel:

$$\dot{H}\,\ddot{S}\,(\dot{K}\,\ddot{S})$$

mit oder ohne Krystallwasser. Eben so ist in der gewässerten Schwefelsäure, von 1,78 spec. Gew., welche 2 Atome Wasser enthält und bei 40° F. krystallisirt, die Anlage zur Bildung eines solchen Doppelsalzes wie beim schwefelsauren Zinkoxyd vorhanden, wie aus den Formeln

$$\dot{H}\,\ddot{S}\,\dot{H}$$
$$\dot{Z}n\,\ddot{S}\,\dot{H}$$

ersichtlich. Dieſs zweite Atom Wasser in der gewässerten Schwefelsäure ist durch schwefelsaures Kali ersetzbar, und durch diese Ersetzung entsteht doppeltschwefelsaures Kali. Allein das erste Atom Wasser in der gewässerten Schwefelsäure kann nur durch ein Alkali oder eine wahre Basis ersetzt werden. Die Function des ersten Atoms ist die einer Base; allein es ist ein neuer Ausdruck erforderlich, um die Function des zweiten Atoms Wasser oder des wesentlichen Atoms Wasser im schwefelsauren Zink zu bezeichnen. Vielleicht ist es erlaubt dieses Atom Wasser das *salinische* zu nennen, um damit anzuzeigen, daſs es die Stelle eines Salzes vertritt. Das besprochene Schwefelsäure-Hydrat besteht also aus einem *basischen* und einem Atome *salinischen* Wassers. Es ist »*ein schwefelsaures Wasser mit salinischem Wasser*,« wie das wasserhaltige schwefelsaure Zinkoxyd ein schwefelsaures Zinkoxyd mit salinischem Wasser ist. Das doppeltschwefelsaure Kali ist schwefelsaures Wasser mit schwefelsaurem Kali, und entspricht dem schwefelsauren Zinkoxyd-Kali, welches letztere schwefelsaures Zinkoxyd mit schwefelsaurem Kali ist.

Es läſst sich gegenwärtig ein Grund angeben, warum

es keine sauren schwefelsauren Salze (und überhaupt keine sauren Salze) von Talkerde, Zink etc. giebt. Eine doppelt-schwefelsaure Talkerde würde, nach unserer Ansicht von sauren schwefelsauren Salzen, eine Verbindung seyn von schwefelsaurem Wasser und schwefelsaurer Talkerde. Nun aber sind schwefelsaure Talkerde und schwefelsaures Wasser Körper von analoger Constitution oder gleicher Kategorie, und sie werden also eben so wenig Neigung haben, sich mit einander zu verbinden, wie schwefelsaures Zinkoxyd und schwefelsaure Talkerde.

Schwefelsaures Wasser mit salinischem Wasser. $\dot{H}\ddot{S}\dot{H}$.
Schwefelsäure von 1,78 specif. Gew.

Es erhellt nun, dafs wir, um die Beziehungen der schwefelsauren Salze aus einander zu setzen, von diesem Körper als unserem primären Sulfate ausgehen müssen. Von den beiden Atomen Wasser, die es enthält, kann dasjenige Atom, welches Base ist, nur durch die Wirkung einer stärkeren Basis ausgetrieben werden. Das zweite oder salinische Atom Wasser läfst sich durch Hitze austreiben, doch nicht durch eine Hitze unterhalb 400° F.; und es wird mit grofser Begierde wieder aufgenommen.

Eine verdünnte Schwefelsäure läfst sich, finde ich, durch eine nicht über 380° F. hinausgehende Temperatur, ohne Verlust irgend eines Theilchens Säure concentriren, und die zurückbleibende Wassermenge wird genau auf zwei Atome reducirt. In der That ist diefs eine genaue Methode, ein bestimmtes Sulfat von Wasser mit salinischem Wasser darzustellen, welches sich in einer Temperatur von 380° bis 390° F. aufbewahren läfst, ohne irgend einen ferneren Verlust zu erleiden. Eine grofse Annäherung zu demselben Verhältnifs Wasser habe ich auch bei der Concentration einer verdünnten Schwefelsäure in einer nicht über 300° F. hinausgehenden Temperatur bemerkt. Allein zwischen 400° und 410° tritt eine anfangende Zersetzung dieses Hydrates ein, und eine

Por-

Portion desselben destillirt mit ausgetriebenem Wasser über. Wird dieſs Hydrat jedoch bei der letztgenannten Temperatur im Vacuo destillirt, so verliert es eine Zeit lang nichts als Wasser.

Bei einem Versuche sah ich eine kleine Menge verdünnter Schwefelsäure sich bis auf drei Atome Wasser concentriren, bei einer nicht über 212° F. hinausgehenden Temperatur, bei welcher sie im Vacuo nicht weniger als 40 Stunden erhalten worden. Sie bestand aus 100 Th. trockner Schwefelsäure, verbunden mit 68,07 Wasser, während 3 Atome Wasser 67,32 Th. ausgemacht haben würden.

Die im Handel vorkommende concentrirte Säure, welche ein bestimmtes Sulfat von Wasser ohne das salinische Atom Wasser ist, gefriert, nach Dr. Thomson, nicht einmal bei —36° F. Zu Schwefelsäure vom spec. Gew. 1,78 setzte ich Wasser in den Verhältnissen von zwei, vier und sechs Atomen; allein alle diese Hydrate blieben flüssig, wenn sie auf kurze Zeit der Temperatur 0° F. ausgesetzt wurden. Wasserfreies Sulfat von Talkerde oder Zinkoxyd löst sich niemals *als solches* in Wasser; zeigt auch nicht irgend einen bestimmten chemischen Charakter. Es muſs sich immer erst mit seinem salinischen Atom Wasser oder mit Etwas Analogem verbinden, und diese Verbindung ist es, welche sich löst etc. Eben so verhält es sich mit dem schwefelsauren Wasser oder der concentrirten Schwefelsäure ($\dot{H}\ddot{S}$). Hinsichtlich ihres chemischen Charakters ist sie ein *unvollständiger Körper*. Es ist eine Lücke (*hiatus*) in ihrer Constitution, welche ausgefüllt werden muſs. Bei Lösung in irgend einem Menstruum können wir sicher seyn, daſs sie zuerst ihr zweites oder salinisches Atom Wasser, oder sonst Etwas an dessen Stelle aufnimmt. Hieraus entspringt eine Reihe von, der Schwefelsäure im concentrirten Zustande eigenthümlichen Einwirkungen auf Alkohol und viele andere organische Körper. Allein auf diesem

eigenthümlichen Zustand der Körper werde ich Gelegenheit haben beim schwefelsauren Kalk zurückzukommen, einem Körper, der dieſs schlagender als das schwefelsaure Wasser erläutert.

Schwefelsaures Wasser mit schwefelsaurem Kali: $\dot{H}\ddot{S}(\dot{K}\ddot{S})$. Doppeltschwefelsaures Kali.

Von allen schwefelsauren Salzen weichen das saure oder doppelt-schwefelsaure Kali und Natron am wenigsten von dem primären schwefelsauren Wasser ab. Wir haben bei dem ersten bloſs schwefelsaures Kali und bei dem andern bloſs schwefelsaures Natron als Ersatz für das salinische Atom Wasser in dem schwefelsauren Wasser. Bei keinem Exemplare dieser Salze, welches ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, war irgend ein Atom Krystallwasser, und die Angaben über dessen bisweilige Anwesenheit sind sehr zweifelhaft. Die Krystalle können bis 300° F. erhitzt werden, ohne ihre Durchsichtigkeit einzubüſsen, und sie schmelzen nicht unter 600° F., ohne etwas Anderes als eine Spur mechanisch eingeschlossenen Wassers zu verlieren. Erhitzt man eins jener Bisulfate fast bis zum Glühen, so wird ein Theil des schwefelsauren Wassers ausgetrieben. Ich zweifle sehr, ob je in einem solchen Falle Wasser ohne Begleitung von Schwefelsäure fortgeht, wiewohl Berzelius entgegengesetzter Meinung zu seyn scheint. Bekanntlich wird durch Hitze allein, selbst durch die heftigste, das schwefelsaure Wasser nicht vollständig aus diesen Salzen ausgetrieben. Indeſs trennt sich das schwefelsaure Wasser leichter vom schwefelsauren Natron als vom schwefelsauren Kali.

Diese Sulfate muſs man bei höheren Temperaturen aus concentrirten Lösungen krystallisiren lassen: denn bei niederen Temperaturen sind ihre Lösungen sehr zu Zersetzungen geneigt, wobei das neutrale Sulfat krystallisirt und das Sulfat von Wasser mit salinischem Wasser in Lösung bleibt. Ich habe diese Zersetzung oft bemerkt,

selbst bei Lösungen, die einen grofsen Ueberschufs von Schwefelsäure enthielten. In niederen Temperaturen hat also das schwefelsaure Wasser eine gröfsere Verwandtschaft zum salinischen Wasser als zum schwefelsauren Kali. Krystalle von saurem schwefelsauren Natron, zerstofsen und zwischen Fliefspapier gepreſst, erleiden, wenn die Luft feucht ist, dieselbe Zersetzung, und treten innerhalb 24 Stunden eine grofse Menge ihres schwefelsauren Wassers dem Papiere ab. Bei Vorbereitung von Bisulfaten zur Analyse hat man auf diesen Umstand wohl zu achten. Die Leichtigkeit, mit welcher diese Salze zersetzt werden, stimmt wohl überein mit der von uns angenommenen Verwandtschaft derselben zum schwefelsauren Wasser mit salinischem Wasser. Schwefelsaures Zinkoxyd, schwefelsaure Talkerde u. s. w. sind bei einer der Rothgluth nahe kommenden Temperatur fähig das schwefelsaure Wasser von diesen Salzen abzuscheiden und dessen Stelle einzunehmen.

Ich habe beobachtet, dafs das doppelt-schwefelsaure Natron bei Lösung in Wasser mehr zur Zersetzung geneigt ist als das doppelt-schwefelsaure Kali. Auch die Doppelsalze von schwefelsaurem Natron mit schwefelsaurer Talkerde u. s. w. sind viel weniger stabil als die entsprechenden Doppelsalze des schwefelsauren Kalis. Indefs glaube ich, dafs die ersteren bei Lösung in Wasser gleichförmiger zersetzt werden.

Schwefelsaures Kali, Schwefelsaures Natron. $\dot{K}\dddot{S}$, $\dot{N}a\dddot{S}$.

Diese Salze unterscheiden sich von anderen Sulfaten dadurch, dafs sie kein salinisches Wasser enthalten. Von den zehn Atomen Wasser, mit welchen das schwefelsaure Natron krystallisirt, ist keins wesentlich für seine Zusammensetzung. Sie alle gehen fort, selbst bei einer Temperatur von nicht mehr als 47° F., wenn man die Krystalle des Salzes fünf Tage über Schwefelsäure im Vacuo stehen läfst. Aus dem regelmäfsigen

Fortschreiten der Austrocknung des Salzes, welches durch bisweiliges Wägen ermittelt wurde, ergab sich, dafs kein Antheil des Wassers stärker zurückgehalten ward als der andere. Bekanntlich schiefst auch das schwefelsaure Natron aus einer heifsen Lösung im wasserfreien Zustande an.

Schwefelsaures Zinkoxyd mit salinischem Wasser: $\dot{Z}n\ddot{S}\dot{H}+\dot{H}^6$. Schwefelsaures Zinkoxyd.

Im schwefelsauren Zinkoxyd finden wir das basische Atom Wasser, welches im schwefelsauren Wasser enthalten ist, ersetzt durch Zinkoxyd, während das salinische Atom darin bleibt. Und mit dieser Verbindung vereinigen sich in den gewöhnlichen Krystallen noch sechs Atome Wasser. Diese Krystalle, bei 68° F. über Schwefelsäure in's Vacuum gebracht, verloren sechs Atome Wasser und behielten nur eins. Bei 212° F. der Luft ausgesetzt, verwitterten sie gleichfalls bis auf dieſs eine Atom. Auch setzt sich bekanntlich das schwefelsaure Zinkoxyd aus einer siedenden Lösung in krystallinischen Körnern ab, die ein Atom Wasser enthalten. Andererseits fand sich, dafs das schwefelsaure Zink dieſs eine Atom Wasser bei der hohen Temperatur von 410° F. noch behielt, dafs es dagegen dasselbe bei einer nicht über 460° F. hinausgehenden Temperatur verlor und wasserfrei wurde. Bei allen diesen Versuchen wurde das wasserhaltige Salz in einer Röhre erhitzt, mittelst eines Oel- oder Schnelloth-Bads, dessen Temperatur mittelst eines Thermometers gemessen wurde. Wie stark man auch das schwefelsaure Zinkoxyd erhitzt haben mag, so nimmt es doch, wenn es nur nicht zersetzt worden ist, bei Befeuchtung dieſs eine Atom Wasser unter Entwicklung von Hitze wieder auf. Gewöhnliches schwefelsaures Zinkoxyd ist daher »schwefelsaures Zink mit salinischem Wasser,« und das wahre oder absolute schwefelsaure Zink ist uns in krystallinischer Gestalt oder im aufgelö-

sten Zustand unbekannt. Doch wollen wir auch ferner das Salz, welches wir besitzen, schwefelsaures Zinkoxyd nennen, da damit keine Undeutlichkeit verknüpft ist.

Schwefelsaures Zinkoxyd mit schwefelsaurem Kali:
$\dot{Zn}\,\ddot{\dot{S}}(\dot{K}\,\ddot{\dot{S}})+\dot{H}^6$. Schwefelsaures Zinkoxyd-Kali.

In diesem wohl bekannten Salze haben wir schwefelsaures Kali an der Stelle des salinischen Wassers des schwefelsauren Zinkoxyds, und die zurückgebliebenen sechs Atome Krystallwasser. Es bildet sich leicht beim Vermischen der Lösungen von schwefelsaurem Zinkoxyd und von schwefelsaurem Kali in Atomenverhältnissen. Es bildet sich ebenfalls und scheidet sich durch Krystallisation ab, wenn schwefelsaures Zinkoxyd dem doppeltschwefelsauren Kali zugesetzt wird, und in diesem Fall findet eine interessante Doppelzersetzung statt.

Schwefelsaures Zinkoxyd mit salinischem Wasser
Schwefelsaures Wasser mit schwefelsaurem Kali
} liefern {
Schwefelsaures Zinkoxyd mit schwefelsaurem Kali.
Schwefelsaures Wasser mit salinischem Wasser.

Im schwefelsauren Zinkoxyd-Kali werden sämmtliche sechs Atome Wasser mit bedeutend gröfserer Kraft zurückgehalten als im schwefelsauren Zinkoxyd selbst. Allein selbst das Doppelsalz wird wasserfrei bei 250° F.; und im Vacuo über Schwefelsäure getrocknet, sinkt der Wassergehalt des Salzes schon bei einer nicht über 78° F. hinausgehenden Temperatur auf das eine Atom herab. Das schwefelsaure Kali in dem Doppelsalz hat, nach meinen Beobachtungen, nicht die Wirkung, dafs es die saure Reaction des schwefelsauren Zinks neutralisirt; und eben so wenig ist diefs bei irgend einem anderen Doppelsalz der Fall.

Ich gebe hier tabellarisch meine Beobachtungen über die Wassermenge, welche diefs Doppelsalz unter verschiedenen Umständen zurückhält. In den beiden ersten Spalten ist die Zusammensetzung der wirklich analysirten Mengen in Grauen angegeben.

| | Wasserfreies Salz. | Wasser. | Wasserfreies Salz. | Wasser. |
|---|---|---|---|---|
| Getrocknet im Vacuo über Schwefelsäure 10 Tage lang bei 68° bis 78° F. . . . . | 17,2 | 0,68 | 100 | 3,95 |
| Neun Stunden bei 238° F. . . | 19,03 | 1,33 | 100 | 6,99 |
| Zwei Stunden bei 250° F. und eine bei 270° F. . . . . | 7,79 | 0 | 100 | 0 |
| Vier Stunden bei 250° F. . . . | 6,55 | 0 | 100 | 0 |
| Zusammensetzung des schwefelsauren Zinkoxyd-Kalis, der Theorie nach . . . . . | | | 100 | 5,37 |

**Schwefelsaures Zinkoxyd mit schwefelsaurem Natron: $\dot{Zn}\dddot{S}(\dot{Na}\dddot{S})+\dot{H}^4$. Schwefelsaures Zinkoxyd-Natron.**

Diefs Salz, glaube ich, ist bisher noch nicht beschrieben worden. Ein Versuch, es durch Auflösung eines atomistischen Gemisches von schwefelsaurem Zinkoxyd und schwefelsaurem Natron zu bilden, schlug fehl; stets krystallisirten die Salze getrennt, sowohl bei kaltem als bei warmem Wetter. Jedes der Salze wurde dem andern in Ueberschufs hinzugefügt; allein mit keinem besseren Erfolg. Es erhellt also, dafs schwefelsaures Natron nicht so leicht als schwefelsaures Kali das salinische Wasser des schwefelsauren Zinks ersetzt. Allein das gewöhnliche Salz liefs sich mittelst einer Doppelzersetzung erhalten, welche durch die Verwandtschaften der schwefelsauren Salze an die Hand gegeben ward. Lösungen von doppelt-schwefelsaurem Natron und von schwefelsaurem Zink wurden in Atomenverhältnissen mit einander vermischt, und aus diesem Gemisch schied sich das schwefelsaure Zinkoxyd-Natron allmälig innerhalb eines oder zweier Tage ab, während Schwefelsäure in der Lösung zurückblieb.

Schwefelsaures Zink mit salinischem Wasser
Schwefelsaures Wasser mit schwefelsaurem Natron
} liefern {
Schwefelsaures Zinkoxyd mit schwefelsaurem Natron.
Schwefelsaures Wasser mit salinischem Wasser.

Das Salz krystallisirt in deutlichen Tafeln von eigenthümlicher Form, die oft zu Büscheln verwachsen sind. Am besten erhält man es durch Abdampfung der gemischten Lösungen über Schwefelsäure ohne Hitze. Wegen der Unmöglichkeit sich auf directem Wege zu bilden, läfst es sich nicht ohne Zersetzung wieder in reinem Wasser auflösen. Die Krystalle enthalten vier Atome Wasser, und sind, in einer feuchten Atmosphäre, fast eben so zerfliefslich als salpetersaures Natron. Das wasserfreie Salz schmilzt, wie alle übrigen schwefelsauren Doppelsalze, bei anfangender Rothgluth ohne Ausstofsung saurer Dämpfe. Beim Erkalten gesteht das geschmolzene Salz zu einer weifsen und trüben Masse.

Schwefelsaures Kupferoxyd mit salinischem Wasser: $\dot{Cu}\ddot{S}\dot{H}+\dot{H}^4$. Schwefelsaures Kupferoxyd.

Die gewöhnlichen blauen rhomboidalen Krystalle des schwefelsauren Kupferoxyds enthalten fünf Atome Wasser, von welchen sich vier, beim Trocknen in Luft von 212° F., leicht austreiben lassen. Dabei verliert das Salz seine blaue Farbe und wird weifs, mit einem schmutzigen Stich in's Grüne. Dr. Thomson hat das schwefelsaure Kupferoxyd mit einem Atom Wasser auch im krystallisirten Zustand erhalten, und es grünes Sulfat vom Kupfer genannt. Das gewöhnliche wasserhaltige Salz sieben Tage lang, nämlich bis zum aufhörenden Verlust, bei Temperaturen von 65° bis 74° F., über Schwefelsäure getrocknet, hielt dann nahe 2 At. oder 21,67 Th. Wasser auf 100 Th. wasserfreien Salzes. Zwischen 430° und 470° F. verliert das schwefelsaure Kupferoxyd sein fünftes oder salinisches Atom Wasser, und ist dann pulverförmig und rein weifs. Bringt man ein Paar Tropfen Wasser auf das wasserfreie Sulfat, so saugt es dasselbe ein und wird blau, dabei so viel Hitze entwickelnd, dafs es das Wasser zum Sieden bringt. Einmal stieg die Temperatur auf 276° F. Diese Erhitzung geschieht in Folge der Wiederaufnahme des salinischen Wassers.

**Schwefelsaures Kupferoxyd mit schwefelsaurem Kali: $\dot{Cu}\ddot{S}(\dot{K}\ddot{S})+\dot{H}^6$. Schwefelsaures Kupferoxyd-Kali.**

Dieſs Salz bildet sich, wenn schwefelsaures Kupferoxyd entweder mit einfach- oder doppelt-schwefelsaurem Kali in Atomenverhältnissen vermischt wird. An offner Luft getrocknet, verliert es sechs Atome Wasser und wird bei einer Temperatur von nicht mehr als 270° F. ganz wasserfrei. Die folgende Tafel über die Zusammensetzung dieses Salzes in verschiedenen Umständen erläutert drei Thatsachen: daſs das Salz beim Trocknen an offner Luft bei 212° F. Neigung hat zwei Atome Wasser zu behalten, — daſs das Salz durch Trocknen über Schwefelsäure im Vacuo ohne künstliche Hitze eine gröſsere Menge Krystallwasser abgiebt als durch Trocknen bei 212° F. unter dem Druck der Atmosphäre; und daſs das von den Krystallen dieses Salzes mechanisch zurückgehaltene Wasser mehr als 3 Procent ihres Gewichts betragen kann.

| | Wasserfreies Salz. | Wasser. | Wasserfreies Salz. | Wasser. |
|---|---|---|---|---|
| Getrocknet auf d. Wasserbad bei 212° F., drei Tage lang oder bis zum aufhörenden Gewichtsverlust . . . . . | 19,6 | 2,21 | 100 | 11,27 |
| Getrocknet auf d. Salpeterbad bei 238° F., 3 Tage . . . | 22,06 | 2,37 | 100 | 10,74 |
| Getrocknet bei 65° bis 74° F. im Vacuo üb Schwefelsäure, 7 Tage oder bis zum aufhörenden Gewichtsverlust . . | 22,97 | 1,61 | 100 | 7,09 |
| Zerstofsene Krystalle, leicht b 80° F. getrocknet, so daſs der Glanz eines ganzen Krystalls nicht litt . . . . . | 13,94 | 3,4 | 100 | 32,25 |
| Dieselben Kryst. ohne so vom mechanischen Wasser befreit zu seyn . . . . . | 23,79 | 8,64 | 100 | 36,22 |
| Schwefelsaures Kupferoxyd-Kali mit 2 At. Wasser nach der Theorie . . . . . | | | 100 | 10,77 |
| dito dito mit 6 At. Wasser, der Theorie nach . . . . . | | | 100 | 32,33 |

Ich habe die Beobachtung von Berzelius bestätigt gefunden, dafs eine concentrirte Lösung dieses Salzes beim Kochen ein unlösliches basisches Salz absetzt, welches schwefelsaures Kali enthält, aber beim Waschen zersetzt wird, und nicht in einem zur Analyse geeigneten Zustand dargestellt werden kann. Allein die Krystalle des Doppelsalzes sind, nachdem sie bis 212° F. erhitzt worden, ganz löslich, so dafs sie also bei dieser Temperatur nicht die Veränderung erleiden als ihre Lösung.

Diefs Doppelsalz zeigt nach der Schmelzung bei Rothgluth und nach Erkaltung wieder seine blaue Farbe, und wird nicht weifs wie das schwefelsaure Kupferoxyd. Es scheint in der That, dafs die Kupferoxyd-Salze, um farbig zu erscheinen, die Gegenwart irgend eines anderen Bestandtheils wie salinisches Wasser, schwefelsaures Kali oder Ammoniak erfordern. Das absolute schwefelsaure Kupferoxyd würde also, liefse es sich in Krystallen erhalten, ein farbloses Salz seyn.

Schwefelsaures Kupferoxyd mit schwefelsaurem Natron: $\dot{Cu}\dddot{S}(\dot{Na}\dddot{S})+\dot{H}^2$. Schwefelsaures Kupferoxyd-Natron.

Gleich den andern Doppelsalzen des schwefelsauren Natrons läfst sich dieses nicht direct darstellen, indem es vom Wasser zersetzt wird. Selbst bei dem Versuch, es durch Doppelzersetzung mittelst doppelt-schwefelsauren Natrons darzustellen, scheidet sich insgemein eine grofse Menge von schwefelsaurem Natron und schwefelsaurem Kupferoxyd einzeln ab, ehe das Doppelsalz erscheint. Es scheidet sich dann in einer Kruste aus, bestehend aus kleinen, aber deutlichen Krystallen, welche schwach zerfliefslich sind und zwei Atome Wasser enthalten. Diefs Salz ist leicht wasserfrei gemacht, und schmilzt dann bei anfangender Rothgluth ohne Säureverlust, nach dem Erkalten wieder mit blauer Farbe erscheinend. Während des Erkaltens zerspringt diefs Salz nicht in dünne Split-

ter wie es das entsprechende schwefelsaure Kupferoxyd-Kali thut.

Schwefelsaures Manganoxydul mit salinischem Wasser: $\dot{Mn}\ddot{\dot{S}}\dot{H}+\dot{H}^4$. Schwefelsaures Manganoxydul.

Durch Trocknen der Krystalle an offner Luft bei 238° F. verminderte sich ihr Wassergehalt von fünf Atomen auf wenig mehr als ein Atom, welches sie noch bei 410° F. zurückhielten. Fleischfarbene Krystalle, bei warmen Sommerwetter, ohne künstliche Hitze im Vacuo getrocknet, verloren etwas mehr als drei Atome Wasser.

| | Wasserfreies Salz. | Wasser. | Wasserfreies Salz. | Wasser. |
|---|---|---|---|---|
| Fleischfarbene Krystalle . . . | 28,42 | 17,07 | 100 | 60,06 |
| dito getrocknet bei 238° F. | 21,53 | 2,92 | 100 | 13,05 |
| Eine Portion d. letzteren, noch eine Stunde lang zwischen 380° u. 410° F. getrocknet | 9,54 | 1,12 | 100 | 11,74 |
| Eine andere Portion derselben, eine Stunde lang bei 415° bis 468° F. getrocknet . . | 10,90 | 0,56 | 100 | 5,14 |
| Krystalle, die neun Tage lang bei 64° bis 72° im Vacuo über Schwefelsäure getrocknet worden, aber in den beiden letzten Tagen nichts verloren hatten . . . . . | 8,62 | 11 | 100 | 20,88 |
| Zusammensetzung des schwefelsauren Manganoxyduls mit einem Atom Wasser, der Theorie nach . . . . . | | | 100 | 11,88 |
| Zusammensetzung derselb. mit 5 At. Wasser . . . . . | | | 100 | 59,4 |

Eine krystallinische Kruste von schwefelsaurem Manganoxydul, die sich aus einer warmen Lösung abgesetzt hatte, enthielt drei Atome Wasser. Bekanntlich setzt sich aus einer siedenden Lösung ein Salz ab, welches nur ein, nämlich das salinische Atom Wasser enthält. Wir haben also in dieser Klasse Sulphate ohne und mit zwei, vier oder sechs Atomen Krystallwasser.

Das schwefelsaure Manganoxydul-Kali krystallisirt nicht aus einem Gemisch der Lösungen seiner Bestandtheile. Schwefelsaures Manganoxydul-Natron wurde unter gleichen Umständen wie das schwefelsaure Kupferoxyd-Natron erhalten, aber nicht untersucht.

Schwefelsaures Eisenoxydul mit salinischem Wasser: $\dot{Fe}\ddot{S}\dot{H}+\dot{H}^6$. Schwefelsaures Eisenoxydul.

Von den sieben Atomen Wasser, welche das Salz enthält, gehen im Vacuo über Schwefelsäure 5,48 Atome fort, und sechs Atome bei 238° F., und vermuthlich bei niedrigeren Temperaturen. Das salinische Atom Wasser hält dieſs Salz noch bei einer so hohen Temperatur als 535° F. zurück. Allein bei gehöriger Vorsicht läſst sich dieses Salz, ohne wahrnehmbaren Säure-Verlust, vollkommen wasserfrei machen.

Schwefelsaures Eisenoxydul mit schwefelsaurem Kali: $\dot{Fe}\ddot{S}(\dot{K}\ddot{S})+\dot{H}^6$. Schwefelsaures Eisenoxydul-Kali.

Eine Probe dieses Salzes lieſs sich wasserfrei machen durch die Hitze eines Sandbades, welche auf das salinische Atom Wasser der vorhergehenden Verbindung nicht zu wirken schien.

Das schwefelsaure Nickeloxyd entsprach hinsichts der Temperatur, bei welcher es sein Krystallwasser und auch sein salinisches Wasser verlor, genau dem schwefelsauren Eisenoxydul. Und die Verbindungen beider Salze mit schwefelsaurem Kali erforderten zur gänzlichen Befreiung von Wasser eine bedeutend höhere Temperatur als das entsprechende Doppelsalz von Zink.

Schwefelsaure Bittererde mit salinischem Wasser: $\dot{Mg}\ddot{S}\dot{H}+\dot{H}^6$. Schwefelsaure Bittererde.

Ein Atom Wasser hält die schwefelsaure Bittererde noch bei 460° F. zurück; auch die übrigen verliert sie unterhalb 270° an offner Luft nicht vollständig. Dieſs Salz

ist merkwürdig durch die Neigung 2 Atome Wasser zurückzuhalten; es ähnelt darin dem schwefelsauren Kalk. Beim Trocknen an offner Luft bei 212° behielten diese Krystalle, in mehren Versuchen, etwas mehr als zwei Atome Wasser. Auch durch Trocknen bei gleicher Temperatur im Vacuo über Schwefelsäure wurde der Wassergehalt auf zwei Atome zurückgeführt. Ohne Hitze im Vacuo über Schwefelsäure getrocknet, hielten sie nur $2\frac{1}{4}$ Atome Wasser zurück.

| | Wasserfreies Salz. | Wasser. | Wasserfreies Salz. | Wasser. |
|---|---|---|---|---|
| Krystall, getrocknet im Vacuo bei 70° F. sechs Tage lang oder bis zum aufhörenden Verlust . . . . . | 12,34 | 4.13 | 100 | 33,46 |
| dito im Vacuo bei 212° F. . | 21,8 | 6,24 | 100 | 28,62 |
| dito getrocknet erst bei 238° und dann eine Stunde lang zwischen 410° und 460° F. | 4 9 | 0,74 | 100 | 15,1 |
| Relative Zusammensetzung des wasserfreien Salzes mit 1 Atom Wasser, nach der Theorie . . . . . | | | 100 | 14,81 |

Das schwefelsaure Talkerde-Ammoniak verlor, als es zuvor bei 212° getrocknet und darauf eine Stunde lang einer Temperatur von nicht über 270° F. ausgesetzt wurde, seine sechs Atome Krystallwasser und wurde wasserfrei. Es hielt demnach das eine für die Ammoniaksalze wesentliche Atom Wasser zurück. Eine etwas höhere Temperatur war erforderlich, um dem schwefelsauren Bittererde-Kali sein sämmtliches Krystallwasser zu nehmen.

Wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk: $\dot{Ca}\,\ddot{\dot{S}}\,\dot{H}+\dot{H}$.

Das einzige krystallisirte Hydrat vom schwefelsauren Kalk, welches bekannt ist, enthält zwei Atome Wasser. Es ist der natürliche Gyps oder Selenit. Gepül-

verter Gyps verliert an freier Luft bei 212° F. wenig oder nichts. Bei einer nicht viel höheren Temperatur beginnt Wasser zu entweichen, doch wird es unterhalb 270° nicht vollständig ausgetrieben. Dafs wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk ein Atom salinisches Wasser einschliefse, ergiebt sich aus dem Daseyn eines Doppelsalzes von schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurem Natron, dem Glauberit. Es gelang mir eine feste Verbindung von schwefelsaurem Kalk mit Einem Atom Wasser zu erhalten, indem ich gepülverten Gyps bei 212° F. im Vacuo über Schwefelsäure trocknete [1]). Das so bei 212° F. getrocknete Salz bildete beim Anteigen mit Wasser keine feste Masse wie Stuck. Der schwefelsaure Kalk scheint zu dem salinischen Atom eine so schwache Verwandtschaft zu besitzen, das er unterhalb 300° F. ganz wasserfrei gemacht werden kann; und demgemäfs ist er weit weniger als die Sulfate von Bittererde, Zink u. s. w. zur Bildung von Doppelsalzen geneigt.

| | Wasserfreies Salz. | Wasser. | Wasserfreies Salz. | Wasser. |
|---|---|---|---|---|
| Gyps, getrocknet an offner Luft bei 212° F. zehn Tage lang | 17,07 | 4,27 | 100 | 25,01 |
| dito getrocknet im Vacuo bei 212° F. . . . . | 17,61 | 3,04 | 100 | 14,72 |
| Schwefelsaurer Kalk mit 1 At. Wasser, der Theorie nach | | | 100 | 13,13 |
| dito mit 2 At. Wasser, der Theorie nach . . . . . | | | 100 | 26,26 |

Beim Trocknen des Gypses zu Cement (*plaster of Paris*) läfst man ein Drittel oder Viertel des Wassergehalts darin, weil es dadurch sich stärker verfestet. Allein das Salz läfst sich, fand ich, ganz wasserfrei machen, ohne Verlust der Fähigkeit sich wiederum mit zwei

1) Später habe ich beobachtet, dafs das Salz, bei verlängertem Aufenthalt in derselben Temperatur, auf weniger als ein Atom Wasser zurückkommt.

Atomen Wasser zu verbinden, wenn man es nur bei einer nicht 270° F. überschreitenden Temperatur trocknet, obwohl das Hydrat, welches im letzten Fall beim Benetzen entsteht, etwas pulverförmig ist. Ist der Gyps bei höherer Temperatur als 300° oder 400° getrocknet, so verbindet er sich gar nicht mehr mit Wasser, und ist, technisch gesprochen, *todt gebrannt*. Der in der Natur vorkommende wasserfreie schwefelsaure Kalk zeigt dieselbe Gleichgültigkeit gegen Wasser. Im Anhydrit haben wir, glaube ich, den wahren und absoluten schwefelsauren Kalk im krystallinischen Zustand. Die Masse, welche zurückbleibt, wenn man wasserhaltigen schwefelsauren Kalk der Temperatur 270° aussetzt, mufs, wiewohl sie aus nichts anderem als Schwefelsäure und Kalk besteht, als die *Trümmer* (*debris*) vom wasserhaltigen schwefelsauren Kalk angesehen, und nicht verwechselt werden mit dem absoluten schwefelsauren Kalk, welcher keine Neigung zur Vereinigung mit Wasser besitzt. Der erstere, welchen wir »wasserfreien Gyps« nennen können, ist ein *unvollkommener* Körper. Wir kennen den schwefelsauren Kalk in vier Zuständen, welche symbolisch folgendermafsen bezeichnet werden können.

| | |
|---|---|
| Gyps | $\dot{Ca}\,\ddot{S}\,\dot{H}+\dot{H}$ |
| Gyps, getrocknet bei 212° F. | $\dot{Ca}\,\ddot{S}\,\dot{H}$ |
| Wasserfreier Gyps (getr. b. 270° F.) | $\dot{Ca}\,\ddot{S}-$ |
| Anhydrit | $\dot{Ca}\,\ddot{S}$. |

Wir können hier den unvollkommenen Körper, den wasserfreien Gyps, dadurch vom Anhydrit unterscheiden, dafs wir dem ersteren das Minuszeichen anhängen. Auf gleiche Weise können wir bezeichnen die concentrirte Schwefelsäure oder das Vitriolöl durch $\dot{H}\,\ddot{S}-$, die wasserfreien schwefelsauren Salze von Bittererde, Zinkoxyd u. s. w. durch $\dot{Mg}\,\ddot{S}-$, $\dot{Zn}\,\ddot{S}-$ u. s. w.; die absoluten Sulfate von Wasser, Bittererde, Zinkoxyd u. s. w.

$\dot{H}\ddot{S}$, $\dot{M}g\ddot{S}$, $\dot{Z}n\ddot{S}$,

u. s. w. sind uns unbekannt.

Die Ansicht, welche in diesem Aufsatz über die Constitution der schwefelsauren Salze aufgestellt ist, darf nicht übereilt verallgemeinert und auf andere Klassen von Salzen übertragen werden. Denn durch noch unvollständige Untersuchungen habe ich mich überzeugt, dafs jede Salzklasse ihre Eigenthümlichkeiten besitzt, welche studirt werden müssen, ehe man ein Gesetz für diese Klassen aufstellen kann.

## VI. *Ueber das oxalsaure Zinkoxyd und Kadmiumoxyd; von Richard Marchand.*

Dulong hat zuerst die Bemerkung gemacht, dafs die unlöslichen Salze der Oxalsäure eine Quantität Wasser enthalten, welches sie, bis zu 100° C. erhitzt, noch nicht verlieren. Von der oxalsauren Kalkerde ist es bekannt, dafs sie 12,22 Proc. Wasser enthält ($\dot{C}u\ddot{C}+Aq$); jedoch über den Wassergehalt der meisten übrigen Salze schwebt man noch in Ungewifsheit.

Begierig zu erfahren, ob sich vielleicht bei der genaueren Bestimmung desselben ein Resultat ergäbe, was dem von Hrn. Setterberg bei den kohlensauren Metallsalzen entdeckten entspräche [1]), untersuchte ich mehrere Verbindungen der Oxalsäure mit Metalloxyden, ohne indefs zu einem ähnlichen Ergebnifs zu gelangen. Ich halte es indessen nicht für überflüssig, folgendes aus dieser Untersuchung, die noch nicht für beendigt anzusehen ist, mitzutheilen.

1) Ann. Bd. XIX S. 55.

1) Oxalsaures Zinkoxyd.

Dieses Salz ist von Schindler untersucht worden, welcher darin 19 Proc. Wasser fand. 1,753 Grm. wurden in einem offnen Tiegel geglüht, und hinterliefsen 0,75 Grm. Zinkoxyd. Ferner wurden 1,3405 Grm. des Salzes in der Kugel einer Reductionsröhre, an deren beiden Enden Chlorcalciumröhren angebracht waren, geglüht, während mittelst einer Gay-Lussac'schen Luftpumpe ein trockner Luftstrom darüber geleitet wurde. Der Rückstand in der Reductionsröhre betrug 0,5755 Grm., und die Gewichtszunahme der Chlorcalciumröhre zwischen der Luftpumpe und der Reductionsröhre 0,263 Grm, (Wasser). Hiernach besteht das Salz aus:

| | Berechnet. | Gefunden. | |
|---|---|---|---|
| Żn | =42,608 | 42,93 | 42,78 |
| C̈ | =38,345 | 37,53 | |
| 2Ḣ | =19,047 | 19,54 | |
| | 100,000 | 100,00. | |

Dulong hat in seiner Denkschrift über die Oxalsäure und ihre Salze [1]) auf ein eigenthümliches Product hingewiesen, welches man durch Destillation des oxalsauren Zinkoxyds erhalten solle, und nennt dasselbe »*ein Zinkoxyd mit besonderen Eigenschaften.*« Ich habe diesen Versuch mehrmals wiederholt, aber stets ein Zinkoxyd erhalten, was keine anderen Eigenschaften zeigte, als das auf jede andere Weise erhaltene, aufser, dafs ihm ein wenig Kohlensäure meist noch anhing, welche man indefs auch durch Glühen entfernen konnte.

2) Oxalsaures Cadmiumoxyd.

Dieses Salz erhält man durch Fällung des salpetersauren oder schwefelsauren Salzes mittelst freier Oxalsäure.

1) *Mémoires de la Classe des Sciences mathématiques et phys. de l'Institut. Ann.* 1813. 1814. 1815, *p.* 199.

säure. Die neue Verbindung schlägt sich nach wenigen Augenblicken als ein unlösliches, weifses, krystallinisches Pulver nieder, dessen Eigenschaften meist bekannt sind. Einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt, und im Vacuum über Schwefelsäure erleidet es nicht den mindesten Gewichtsverlust. Auf die Weise zerlegt, wie es oben bei dem oxalsauren Zinkoxyd beschrieben ist, lieferten 1,496 Grm. des Salzes 0,805 Grm. Cadmiumoxyd und 0,24 Grm. Wasser. Der Verlust: 0,451 Grm. giebt die Menge der im Salze enthaltenen Oxalsäure. Darnach besteht das Salz aus:

| | Berechnet. | Gefunden. |
|---|---|---|
| $\dot{C}d$ | =54,033 | 53,81 |
| $\ddot{C}$ | =30,711 | 30,19 |
| $2\dot{H}$ | =15,256 | 16,00 |
| | 100,000 | 100,00. |

Man mufs bei diesem Versuche die möglichst niedrigste Temperatur anwenden; eine wenig höhere als der Schmelzpunkt des Bleies reicht vollkommen hin das Salz auf diese Weise zu zersetzen. Wird dieser Wärmegrad überschritten oder wohl gar bis zum Glühen gesteigert, so wird dieser, bisher ganz einfache Procefs etwas complicirter. Es wird nämlich Kohle ausgeschieden, welche das Cadmiumoxyd reducirt; das Metall verflüchtigt sich und verbrennt zu braunem Oxyde, während Oxyd und reducirtes Metall zurückbleibt, welches, heifs herausgenommen, ebenfalls zu Oxyd verbrennt. Gewöhnlich schmilzt das Metall mit ein wenig Oxyd zusammen, und gewinnt dadurch eine schöne goldgelbe Farbe. Wird dieses Salz im verschlossenen Raume erhitzt, so erhält man einen neuen Körper, nämlich:

### 3) Das Suboxyd des Cadmiums.

Vor einiger Zeit hat Hr. **Boussingault**, der sich durch seine chemisch-geognostischen Forschungen in der

neuen Welt unter den Naturforschern ein bleibendes Verdienst erworben, seine Versuche über die Eigenschaften und Zusammensetzung des Rückstandes von der Destillation des oxalsauren Bleies mitgetheilt [1]). Er hat hierin nachgewiesen, dafs dieser Körper, wie man früher nur vermuthete, das Suboxyd des Bleies sey, und die Zusammensetzung $Pb_2O$ habe.

$$2(\dot{Pb}\ddot{C}) = 2Pb + 4C + 8O$$

3 Kohlensäure und 1 Kohlenoxyd $= C_3O_6 + CO$

Bleisuboxyd $= 2PbO.$

Ganz auf analoge Weise wie Hr. Boussingault zerlegte ich das oxalsaure Cadmiumoxyd, ebenfalls bei einer Temperatur die dem Schmelzpunkte des Bleies nahe blieb. Die Destillationsproducte bestanden aus Wasser, und einem Gasgemenge, welches sich als ein Gemenge von Kohlensäure und Kohlenwasserstoff ergab. Der Rückstand in der Retorte bestand aus einem grünen, dem Chromoxyd ähnlichen Pulver, welches, an der Luft erhitzt, sich in Metall und Oxyd zu zerlegen scheint; denn unter lebhaftem Erglühen stöfst es einen Rauch von braunem Oxyd aus, während ein Gemenge von Metall und Oxyd im Gefäfse zurückbleibt, welche zum Theil zu den erwähnten goldgelben Körnern zusammenschmelzen.

Quecksilber veränderte das grüne Pulver nicht, und zog kein Metall aus demselben aus. Mit Säuren behandelt zerfiel es, unter einem gelinden Aufbrausen, welches von einer geringen Menge zurückgebliebener Kohlensäure herrührte, in Metall und Oxyd, welches letztere sogleich von der Säure aufgelöst wird. Dieses Zerfallen in Metall und Oxyd darf man wohl geneigt seyn als ein sicheres Kriterium für die Existenz des Suboxydes anzusehen. Wendet man Schwefelsäure an, so tritt diese Erscheinung sehr deutlich hervor, da das Metall von derselben nur sehr schwer aufgelöst wird.

1) Annal. Bd. XXXI S. 622.

Von dem Suboxyde wurden 2,6825 Grm. in Salpetersäure gelöst, durch kohlensaures Kali gefällt, der Niederschlag ausgewaschen, geglüht und gewogen. Er betrug: 2,847 Grm. Darnach besteht das Cadmiumsuboxyd aus 93,3 Cadmium und 6,7 Th. Sauerstoff; entsprechend der Formel $\dot{C}d$.

## VII. *Untersuchung des Specksteins; von L. P. Lychnell.*

(*Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f.* 1834, *p.* 97.)

Die Resultate der bisher bekannten Analysen des Specksteins weichen so von einander ab, dafs man sich schwerlich einen Begriff von der chemischen Zusammensetzung dieses Minerals machen kann. Daher schien mir dasselbe einer neueren Untersuchung zu bedürfen, und ich habe nun die Ehre der K. Academie die Ergebnisse einer damit angestellten Reihe von Analysen vorzulegen.

Untersucht habe ich folgende Varietäten: 1) *Speckstein Mont Caunegou.* Hellgelb, in dünnen Splittern durchsichtig, im Bruche splittrig und fettglänzend; — 2) *Speckstein von Sala;* dem eben genannten in allem ziemlich gleich; — 3) *Speckstein aus Schottland*, graugelb, undurchsichtig, im Bruch wenig splittrig und matt. — 4) *Speckstein aus China*, hell graulich gelb, in dünnen Splittern schwach durchscheinend, fettglänzend: — 5) *Seifenstein von Bayreuth*, weifs, undurchsichtig, im Bruche feinkörnig und matt, sehr fettig anzufühlen.

Die Analysen wurden sämmtlich auf folgende Weise angestellt.

Das Mineral, in kleineren Stücken geglüht, verlor dabei gewöhnlich 0,5, höchstens 1 Procent Wasser.

Ungefähr 2 Grammen des geschlemmten Steinpulvers

wurden mit dem dreifachen Gewichte kohlensauren Kalis gemengt und eine halbe Stunde lang über der Weingeistlampe gebrannt.

Die gebrannte Masse wurde in verdünnter Salzsäure aufgelöst, zur Trockne abgeraucht, mit concentrirter Salzsäure angefeuchtet und nach einigen Stunden mit Wasser übergossen.

Die ungelöste Kieselerde wurde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen, geglüht und gewägt.

Die filtrirte Lösung wurde mit Ammoniak übersättigt, das dadurch niedergeschlagene Eisenoxyd auf's Filtrum gebracht, gewaschen, geglüht und gewägt. Der Niederschlag hielt weder Manganoxydul, noch Thonerde.

Die rückständige Lösung wurde auf ein kleines Volum abgedampft, zum Kochen erhitzt und der Niederschlag mit einer ebenfalls siedenden Lösung von kohlensaurem Kali gefällt. Die gefällte Talkerde wurde auf ein Filtrum gebracht, einige Male mit siedendem Wasser übergossen, darauf das Filtrum mit seinem Inhalt in einen Platintiegel gelegt und getrocknet. Nachdem die Erde in diesem Tiegel stark geglüht worden, wurde sie in Wasser eingerührt, auf's Filtrum gebracht, vollständig ausgewaschen, geglüht und gewägt. Als diese hierauf in Salzsäure gelöst, die Lösung eingetrocknet, und die trockne Masse wieder in mit Salzsäure gemengtem Wasser aufgelöst wurde, blieb eine kleine Portion Kieselerde ungelöst.

Die übriggebliebene Lösung und das Waschwasser wurden mit einer Portion Salmiak gemischt, und darauf Phosphorsäure und Ammoniak im Ueberschufs hinzugesetzt, wodurch gewöhnlich ein kleiner Niederschlag entstand. Das gefällte Doppelsalz wurde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen, geglüht, gewägt und 40 Procent desselben als Talkerde in Rechnung genommen.

Diese Analysen haben mir folgende Resultate gegeben:

| | Speckstein vom Mont Cannegou. | | Speckstein von Sala. | | Speckstein aus Schottland. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Procent. | Sauerstoffgehalt. | Procent. | Sauerstoffgehalt. | Procent. | Sauerstoffgehalt. |
| Kieselerde | 66,70 | 34,68 | 63,13 | 32,82 | 64,53 | 33,56 |
| Talkerde | 30,23 | 11,61 | 34,30 | 13,28 | 27,70 | 10,70 |
| Eisenoxydul | 2,41 | 0,53 | 2,27 | 0,51 | 6,85 | 1,56 |
| | 99,34 | | 99,70 | | 99,08 | |

| | Speckstein von China. | | Seifenstein von Bayreuth. | |
|---|---|---|---|---|
| | Procent. | Sauerstoffgehalt. | Procent. | Sauerstoffgehalt. |
| Kieselerde | 66,53 | 34,60 | 65,64 | 34,13 |
| Talkerde | 33,42 | 12,93 | 30,80 | 11,92 |
| Eisenoxydul | Spur | | 3,61 | 0,82 |
| | 99,95 | | 100,05 | |

In allen diesen Analysen verhält sich der Sauerstoffgehalt der Basen zu dem der Säure ungefähr wie 1 zu 3; aber in allen findet ein gröfserer oder geringerer Ueberschufs an Basis statt. Dieser Ueberschufs dürfte mit dem Wasser zu einem Hydrat vereinigt gewesen seyn. Die Formel für die Zusammensetzung des Specksteins würde also: $\dot{M}g\,\ddot{S}i$.

## VIII. *Untersuchung des Agalmatholiths; von L. P. Lychnell.*

(*Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1834 *p.* 101.)

Mehre Varietäten des Agalmatholiths sind bereits von Klaproth, Vauquelin und John analysirt worden; allein aus deren Analysen läfst sich keine Formel für die Zusammensetzung dieses Minerals ableiten. Ich beehre mich also der K. Academie hier eine Analyse desselben vorzulegen. Die von mir analysirte Varietät ist hell grau-

gelb, im Bruche splittrig, schwach fettglänzend, fettig anzufühlen, und von 2,73 spec. Gew. Mit Kobaltlösung wird sie vor dem Löthrohr blau.

3,020 Grm. dieses Minerals, in kleineren Stücken, geglüht, verloren 0,041 Grm. oder 1,35 Proc. Wasser, welches als hygroskopisches angesehen werden mufs. 0,839 Grm. des geschlämmten und geglühten Steinpulvers wurden mit dem dreifachen Gewichte kohlensauren Kalis drei Viertelstunden über der Weingeistlampe geglüht. Die gebrannte Masse wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, zur Trockne verdunstet, mit concentrirter Salzsäure angefeuchtet, und nach einigen Stunden mit Wasser übergossen.

Die ungelöste Kieselerde wurde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen, geglüht und gewägt.

Der filtrirten Lösung wurde doppelt-kohlensaures Ammoniak hinzugesetzt, wodurch Thonerde, gemengt mit Eisenoxyd, niederfiel. Dieser Niederschlag wurde auf ein Filtrum gebracht, gewaschen und darauf mit Aetzkalilauge gekocht. Dabei löste sich die Thonerde mit Hinterlassung von Eisenoxyd. Dieses wurde abfiltrirt, gewaschen, geglüht und gewägt.

Die Lösung der Thonerde in Kali wurde mit Salzsäure schwach übersättigt und darauf die Thonerde mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, gewaschen, geglüht und gewogen. Jetzt wurde sie in Salzsäure gelöst, die Lösung zur Trockne verdunstet und die trockne Masse in salzäurehaltigem Wasser aufgelöst, wobei eine Portion Kieselerde ungelöst blieb.

Der nach Fällung mit doppelt-kohlensaurem Ammoniak zurückgebliebenen Lösung wurde Phosphorsäure und Ammoniak in Ueberschufs hinzugestezt, und dabei ein höchst geringer Niederschlag von basisch phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde erhalten.

Das Resultat war also:

| | Procent. | Sauerstoffgehalt. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 72,40 | 37,65 |
| Thonerde | 24,54 | 11,86 |
| Eisenoxyd | 2,85 | 0,87 |
| Talkerde | Spur. | |

Hienach wird die Formel: $\dot{\ddot{A}}\,\dot{\ddot{S}}i^3$.

## IX. *Analyse des Basalts und der Lava vom Aetna; von A. Löwe aus Wien.*

Der Basalt ist schon mehrmals Gegenstand der chemischen Zerlegung gewesen.

Von den vorhandenen Analysen, wobei derselbe stets als einfaches Mineral betrachtet wurde, verdienen vorzugsweise die von Klaproth und R. Kennedy erwähnt zu werden. Ersterer untersuchte den Basalt vom Hasenberge bei Klappey, unweit Libochowitz in Böhmen, letzterer den von der Insel Staffa [1]).

Die Analysen gaben folgende Zusammensetzung:

| | vom Hasenberge. | von Staffa. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 44,50 | 48 |
| Thonerde | 16,75 | 16 |
| Eisenoxyd | 20,00 | 16 |
| Kalkerde | 9,50 | 9 |
| Talkerde | 2,25 | — |
| Manganoxyd | 0,12 | — |
| Natron | 2,60 | 4 |
| Salzsäure | — | 1 |
| Wasser und flüchtige Theile | 2,00 | 5 |
| | 97,72 | 99. |

1) Beiträge, Bd. III S. 245 etc.

In neuerer Zeit zeigten Berzelius in seiner Abhandlung über die Meteorsteine [1]) und C. G. Gmelin durch die Untersuchung der Phonolithe [2]) den Weg, der zur Erweiterung der chemischen Kenntnifs gemengter Mineralien führen könne, und welcher darin besteht, dieselben durch Behandlung mit Säuren in zwei Bestandtheile zu zerlegen, von denen der eine dadurch zersetzt wird und gelatinirt, der andere aber unzersetzt bleibt, und jeden dieser Theile wieder für sich, zur Erforschung seiner näheren Bestandtheile einer besonderen Untersuchung zu unterwerfen.

Auf eine solche Weise untersuchte C. G. Gmelin auch verschiedene Abänderungen von Basalt [3]), und fand darin ebenfalls einen in Säuren löslichen und einen darin unlöslichen Bestandtheil, die sich beide dadurch charakterisiren und von einander unterscheiden, dafs ersterer Kali, Natron und Wasser unter seine Bestandtheile zählt, letzterer aber in seiner Zusammensetzung dem Augite nahe kommt.

Hier folgen die Resultate seiner Analysen:

*a*) Basalt von Stetten, einem basaltischen Kegelberge im Hegau.

| | | |
|---|---|---|
| Menge der gelatinirenden Masse | 61,54 | Proc. |
| Menge der nicht gelatinirenden Masse | 38,46 | - |

*b*) Basalt vom Hohenstoffeln im Hegau

| | | |
|---|---|---|
| Menge der gelatinirenden Masse | 61,97 | - |
| Menge der nicht gelatinirenden Masse | 38,03 | - |

*c*) Basalt vom Sternberg bei Urach.

| | | |
|---|---|---|
| Menge der gelatinirenden Masse | 87,72 | - |
| Menge der nicht gelatinirenden Masse | 12,28 | - |

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIII S. 10.

2) Naturwissenschaftliche Abhandlungen der würtembergischen Gesellschaft, Bd. II S. 133, und daraus in Poggendorff's Annalen, Bd. XIV S. 357.

3) Leonhard's Basalt-Gebilde etc., I. Abth. S. 266 etc.

*d*) Basalt aus der Gegend von Wezlar.

| | |
|---|---|
| Menge der gelatinirenden Masse beim unzersetzten Basalte | 40,29 Proc. |
| Menge der verwitterten Masse | 23,73 - |
| Menge der nicht gelatinirenden Masse beim unzersetzten Basalte | 59,71 - |
| Menge der verwitterten Masse | 76,27 - |

| | (*a*) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Gelatin. Masse. | N. gelat. Masse. | Als Ganzes. | Gelat. Masse ohne Eisenoxyduloxyd. |
| Kieselerde | 35,741 | 48,500 | 40,64 | 44,50 |
| Titansäure | — | — | — | — |
| Thonerde | 11,121 | 6,792 | 9,57 | 13,85 |
| Eisenoxyduloxyd | 16,015 | — | 13,35 | — |
| Eisenoxyd | — | 9,383 | — | — |
| Manganoxyd | 1,487 | 0,436 | 1,10 | — |
| Kalkerde | 11,914 | 17,395 | 14,02 | 14,83 |
| Strontianerde | 0,112 | — | 0,07 | 0,14 |
| Talkerde | 10,434 | 13,131 | 11,47 | 13,00 |
| Natron | 3,264 | — | 2,01 | 4,06 |
| Kali | 1,204 | — | 0,74 | 1,49 |
| Wasser | 6,530 | — | 4,01 | 8,13 |
| | 97,822 | 95,637 | 96,98 | 100,00 |

| | (*b*) | (*c*) | (*d*) | |
|---|---|---|---|---|
| | Gelatin. Masse. | Gelatin. Masse | Gelatin. Masse. | N. gelatin. Masse. |
| Kieselerde | 35,13 | 36,94 | 28,91 | 56,65 |
| Titansäure | — | — | 6,63 | — |
| Thonerde | 12,24 | 10,58 | 11,64 | 9,16 |
| Eisenoxyduloxyd | 18,30 | — | 28,79 | — |
| Eisenoxyd | — | 13,34 | — | 3,99 |
| Manganoxyd | 1,70 | 0,30 | 0,21 | — |
| Kalkerde | 8,08 | 14,18 | 7,37 | 12,65 |
| Strontianerde | — | — | — | — |
| Talkerde | 13,17 | 11,04 | 5,46 | 3,91 |
| Natron | 3,05 | 3,30 | 3,67 | 3,17 |
| Kali | 1,91 | 2,46 | 1,50 | 3,13 |
| Wasser | 4,59 | 3,59 | 5,32 | — |
| | 98,17 | 95,73 | 99,50 | 92,66. |

Um zu erfahren, ob den Basalten anderer Gegenden eine ähnliche chemische Zusammensetzung zukomme, habe ich eine Analyse von einem sehr ausgezeichneten schlesischen Basalte unternommen, auf welchen Prof. G. Rose mich aufmerksam machte, der mir auch gütigst das Material dazu mittheilte. Die Untersuchung selbst ward mir vergönnt im Laboratorium des Prof. H. Rose anzustellen.

Der Fundort des von mir zur Analyse verwendeten Basaltes war Wickerstein bei Querbach in Niederschlesien; der Basalt war grauschwarz, und enthielt ziemlich grofse Krystalle von schwarzem Augite, und Körner von Magneteisenerz eingesprengt.

Die Augitkrystalle unterschieden sich durch stärkeren Glanz von der Grundmasse, waren aber besonders deutlich auf der verwitterten Oberfläche zu erkennen, auf welcher die Grundmasse durch die Verwitterung graulichweifs und erdig, und von den Tagewässern zum Theil fortgespült worden war, wodurch die schwarzen Augitkrystalle, die von der Verwitterung nicht angegriffen wurden, hervortraten.

Das Gestein war fest und der Bruch uneben.

Kleine Stücke im Glaskölbchen erhitzt, setzten im Halse Wasser ab, das keine Reaction auf Lackmuspapier äufserte. Der Glühverlust betrug 3,95 Proc.; bei allen unternommenen Analysen aber erreichte der Gehalt an hygroskopischem Wasser nahe 1,25 Proc., so dafs nun nach Abzug dieses letzteren vom gesammten Glühverluste der wahre Wassergehalt des Basalts, der unter seine Bestandtheile gehört, ermittelt werden kann; dieser betrüge demnach 2,70 Proc.

Der Basalt hatte nach dem Glühen ein verändertes Ansehen; die Grundmasse war röthlich, die Augitkrystalle, die ihre Farbe nicht verändert hatten, waren dadurch leicht kenntlich geworden.

Das Pulver dieses Basaltes von frischen Stücken war grünlichgrau, ähnlich dem zerriebenen schwarzen Augite;

es bildete mit Chlorwasserstoffsäure in kurzer Zeit eine vollkommen steife Gallerte; dasselbe thaten geglühte Stücke, die fein zerrieben worden waren.

Mit dem Magnete liefs sich aus dem gröblichen Pulver nur ein höchst geringer Theil ausziehen, der an den Kanten des Magnetstabes als zarter Anflug bemerkbar war. Vor dem Löthrohr färbten dünne Splitter, in der Platinzange, die äufsere Flamme gelb, und schmolzen an den Kanten zu einer schwarzen obsidianähnlichen Masse. Einige Versuche bewiesen mir, dafs durch Anwendung verdünnter Chlorwasserstoffsäure die Grundmasse oder der gelatinirende Gemengtheil sich vollständig aufschliefse, während das Magneteisenerz wenig oder gar nicht davon angegriffen wurde; so wie hingegen bei längerer Einwirkung einer concentrirten Säure selbst der augitische Bestandtheil nicht widerstehen konnte und theilweise sich auflöste.

Durch Chlorwasserstoffsäure von gewöhnlicher Concentration gelang es den löslichen Theil vollständig aufzuschliefsen. Die Kieselerde wurde vom unlöslichen durch Kochen mit einer concentrirten Lauge von kohlensaurem Natron getrennt; ein Versuch auf mechanischem Wege, durch Schlämmen diefs zu erreichen, gab einen zu unsicheren Anhaltspunkt, um denselben zu vollenden.

Es wurde im Allgemeinen der Gang der Analyse befolgt, wie ihn Verbindungen verlangen, die einestheils durch Säuren zersetzt, und andererseits nur durch Schmelzen mittelst kohlensauren Alkalien in ihre Bestandtheile zerlegt werden.

Der eigentliche Glühverlust, nach Abschlag des hygroskopischen Wassers, konnte nur der Grundmasse, dem gelatinirenden Gemengtheile, zugerechnet werden, da, wie bekannt, Magneteisenerz und Augit kein Wasser enthalten.

Der Eisengehalt wurde für den löslichen Theil als Eisenoxyduloxyd in Rechnung gebracht.

Bei einer auf solche Weise angestellten Untersuchung wurden 6,0775 Grm. zu feinstem Pulver geriebener Basalt angewendet; davon erwiesen sich 3,3782 Grm. als unlöslich in Chlorwasserstoffsäure. Daraus ergiebt sich der lösliche Bestandtheil mit 2,6993 Grm. In diesem betrug die Kieselerde 0,9465 Grm; Thonerde und Eisenoxyd wurden durch Ammoniak gefällt, durch kaustisches Kali getrennt, und mittelst kohlensauren Ammoniaks die Thonerde 0,7015, mittelst neutralen bernsteinsauren Ammoniaks das Eisenoxyd 0,2905 bestimmt, das, als Eisenoxyduloxyd berechnet, 0,2805 Grm. beträgt. Kalkerde durch Oxalsäure gefällt, war 0,2546 Grm. darin enthalten, und die zur vollkommenen Trocknifs gebrachten Flüssigkeiten gaben einen Salzrückstand, der 0,3367 Natron und 0,0348 Kali enthielt.

Vom unlöslichen Gemengtheile wurden 2,428 Grm. mit dem 3- bis 4fachen kohlensauren Natrons zusammengeschmolzen. Die Kieselerde daraus wog 1,165 Grm.; Thonerde und Eisenoxyd wie oben getrennt, betrug erstere 0,221, letztere 0,401 Eisenoxydul, die Kalkerde 0,350 Grm., und durch kohlensauren Kali sowohl als durch phosphorsauren Natron ergab sich ein Talkerdegehalt von 0,315, worin eine Spur Mangan aufgefunden wurde. Für den löslichen Theil ergiebt sich aus dem Gefundenen folgende Zusammensetzung:

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 35,06 | 18,21 |
| Thonerde | 25,98 | 12,13 |
| Eisenoxyduloxyd | 10,39 | 4,08 |
| Kalkerde | 9,43 | 2,64 |
| Natron | 12,47 | 3,19 |
| Kali | 1,28 | 0,21 |
| Wasser | 6,07 | 5,39 |
| | 100,68. | |

Von dem Eisenoxyduloxyd abgesehen, das als eingesprengtes Magneteisenerz betrachtet werden mufs, zeigt sich folgendes Verhältnifs der Bestandtheile:

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 39,13 | 20,32 |
| Thonerde | 29,00 | 13,54 |
| Kalkerde | 10,52 | 2,95 |
| Natron | 13,92 | 3,56 |
| Kali | 1,43 | 0,24 |
| Wasser | 7,93 | 7,08 |
| | 100,93. | |

Nach diesem Resultate läfst sich folgende Formel aufstellen:

$$\left.\begin{matrix}\dot{C}^3\\ \dot{N}a^3\\ \dot{K}^3\end{matrix}\right\}\ddot{S}i+2\ddot{A}l\ddot{S}i+3\dot{H}.$$

Der gelatinirende Gemengtheil ist seiner chemischen Zusammensetzung nach zeolithartig, stimmt aber in derselben mit keinem bekannten Zeolithe überein; am meisten nähert er sich dem Thompsonit, dessen Formel wahrscheinlich ist:

$$\left.\begin{matrix}\dot{N}a^3\\ \dot{C}a^3\end{matrix}\right\}\ddot{S}i+3\ddot{A}l\ddot{S}i+6\dot{H}$$

der aber ein anderes Verhältnifs der Thonerde zum Kalk und Natron, und auch einen anderen Wassergehalt hat. Man kann ihn auch als einen wasserhaltigen Zoisit betrachten, bei welchem ein Theil des Kalkes durch Natron und Kali ersetzt ist.

Der nicht gelatinirende Gemengtheil enthielt:

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 47,98 | 24,92 |
| Thonerde | 9,10 | 4,25 |
| Eisenoxydul | 16,51 | 3,75 |
| Kalkerde | 14,41 | 4,04 |
| Talkerde mit einer Spur Mangan | 12,97 | 5,02 |
| | 100,97. | |

Die Analyse zeigt die Zusammensetzung des Augits; eine Formel läfst sich aber ungezwungen daraus nicht entwickeln, und in dieser Beziehung schliefst sich dieselbe den von Kudernatsch gefundenen Resultaten [1]) auf eine übereinstimmende Weise an. Die vorliegende Untersuchung diente übrigens hier auf einem anderen Wege nur zur Bestätigung dessen, was mit freiem Auge deutlich zu erkennen war.

Aus der ersten und der letzten Analyse, die Zusammensetzung des Basalts als Ganzes berechnet, zeigt sich folgendes Verhältnifs:

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 41,18 | 21,39 |
| Thonerde | 17,39 | 8,12 |
| Eisenoxyduloxyd | 5,15 | 1,45 |
| Eisenoxydul | 8,18 | 1,86 |
| Kalkerde | 11,82 | 3,32 |
| Natron | 6,18 | 1,58 |
| Talkerde | 6,43 | 2,48 |
| Kali | 0,63 | 0,10 |
| Wasser | 2,70 | 2,40 |
| | 99,66. | |

Aus dieser letzten Zusammenstellung läfst sich kein weiterer Schlufs folgern; die vorhergehende Untersuchung zeigt aber, dafs der Basalt vom Wickenstein ein Gemenge von krystallisirtem Augit mit einer derben zeolithartigen Masse und eingesprengtem Magneteisenstein ist.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXVII S. 577 etc.

Von diesen Gemengtheilen waren in dem analysirten Stücke enthalten:

| | |
|---|---|
| Augit | 55,58 |
| Zeolithartiger Gemengtheil | 39,81 |
| Magneteisenerz | 4,61 |
| | 100,00. |

Die Lava vom Aetna besteht aus einer grauen Grundmasse, worin kleine graulichweifse tafelartige Krystalle eines feldspathähnlichen Gemengtheiles, schwärzlichgrüne Krystalle von Augit und kleine Körner von Olivin eingewachsen sind. Den feldspathähnlichen Gemengtheil hat Prof. G. Rose, wegen der einspringenden Winkel auf den deutlichsten Spaltungsflächen und des begleitenden Augits, für Labrador erklärt [1]). Er findet sich in der Lava in der gröfsten Menge; sparsamer kommt darin der Augit, und noch sparsamer der Olivin vor. Die Lava ist von dem Strome, welcher 1669 einen grofsen Theil von Catanea zerstörte; das analysirte Stück stammt aus der Sammlung des verstorbenen Prof. F. Hoffmann.

Die Zerlegung dieser Lava würde auf dieselbe Weise wie beim Basalte vorgenommen.

Die gelatinirende Masse verhält sich zur nicht gelatinirenden darin, wie 24,89 : 75,11.

Wiederholte Versuche überzeugten mich, dafs nach anhaltendem starken Glühen kein Gewichtsverlust stattfand; das äufsere Ansehen blieb dabei ganz dasselbe.

Der gelatinirende Bestandtheil enthält:

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIV S. 29. Die HH. von Buch und Elie de Beaumont haben den feldspathartigen Gemengtheil dieser Lava ebenfalls für Labrador erklärt, Bd. XXXVII S. 189.

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 43,31 | 22,49 |
| Thonerde | 12,83 | 5,99 |
| Eisenoxydul | 26,86 | 6,11 |
| Kalkerde | 7,48 | 2,10 |
| Natron | 6,94 | 1,77 |
| Kali | 1,56 | 0,26 |
| | 98,98 | |

der nicht gelatinirende:

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 54,76 | 28,44 |
| Thonerde | 19,62 | 9,16 |
| Kalkerde | 11,22 | 3,15 |
| Eisenoxydul | 5,93 | 1,35 |
| Talkerde | 9,21 | 3,56 |
| Manganoxydul | 1,09 | 0,24 |
| | 101,83. | |

Demnach enthält die Lava als Ganzes berechnet:

| | | Sauerstoff. |
|---|---|---|
| Kieselerde | 48,83 | 25,36 |
| Thonerde | 16,15 | 7,54 |
| Eisenoxydul | 16,32 | 3,71 |
| Kalkerde | 9,31 | 2,61 |
| Talkerde | 4,58 | 1,77 |
| Natron | 3,45 | 0,88 |
| Kali | 0,77 | 0,13 |
| Manganoxydul | 0,54 | 0,12 |
| | 99,95. | |

Sämmtliche Analysen geben kein solches Resultat, woraus sich richtig auf die Zusammensetzung der Lava schliefsen lassen dürfte; es ist wahrscheinlich, dafs nicht ein Gemengtheil allein an der Auflöslichkeit in Säuren Theil nimmt, wodurch die Bestandtheile eines jeden für sich nicht angegeben werden können.

Be-

Bemerkenswerth ist aber der Umstand, dafs die Lava, diefs ächt vulkanische Product, nicht eine Spur Wasser enthält, während der Basalt bis jetzt nie ohne Wassergehalt gefunden worden ist.

R. Kennedy hat schon 1798 in der Lava vom Aetna Natron aufgefunden.

## X. *Analyse der strahligen Blende von Przibram; von A. Löwe aus Wien.*

Die strahlige Blende bricht auf den silberhaltigen Bleiglanzgängen zu Przibram in Böhmen, die in körniger Grauwacke streichen, und nebst Kalkspath, Schwerspath, Blende, wenig Eisenkies und höchst selten Kupferkies führen.

Die strahlige Blende zeichet sich durch ihren bedeutenden Gehalt an Cadmium aus, den Professor Zippe in Prag auch schon nachgewiesen hat.

Der Wunsch zu erfahren, wie viel Cadmium sich in diesem Minerale befinde, veranlafsten einige analytische Untersuchungen, deren Resultate ich hier mittheile.

Die Methode der Analyse war folgende: das fein zerriebene Mineral wurde mit Salpetersäure im Glaskolben digerirt; der dabei abgeschiedene Schwefel in einem tarirten Porcellanfläschchen gesammelt und gewogen. Der oxydirte Schwefel wurde durch Chlorbaryum gefällt und der Ueberschufs an letzterem durch verdünnte Schwefelsäure entfernt. In die stark sauer gemachte und auch gehörig verdünnte Flüssigkeit wurde ein Strom Schwefelwasserstoff geleitet; der gelblichbraune Niederschlag von Schwefelcadmium sammt Filter in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und durch kohlensaures Natron als kohlensaures Cadmium gefällt, das durch Glühen in braunes Oxyd verwandelt wurde.

Die vom Schwefelcadmium abfiltrirte Flüssigkeit enthielt Eisenoxydul, das durch Zusatz von Salpetersäure oxydirt und mittelst neutralen bernsteinsauren Ammoniaks als Eisenoxyd gefällt ward. Das in der Flüssigkeit befindliche Zinkoxyd wurde in der Kochhitze durch kohlensaures Natron niedergeschlagen.

Nach dieser Untersuchung enthält die strahlige Blende:

| | | Berechnete Schwefelmengen. | |
|---|---|---|---|
| Schwefel | 33,15 | | |
| Cadmium | 1,50 | 0,43 | 32,40 |
| Eisen | 2,29 | 1,35 | |
| Zink | 61,40 | 30,62 | |
| | 98,34. | | |

Zwei andere Untersuchungen zeigten eine ähnliche Zusammensetzung; in der einen wurde nur der Schwefelgehalt bestimmt, und in der andern aus der chlorwasserstoffsauren Auflösung die Metalle als Oxyde gefällt.

Aus diesen Analysen ergab sich folgendes Resultat:

| | | Berechnete Schwefelmengen. | |
|---|---|---|---|
| Schwefel | 32,75 | | |
| Cadmium | 1,78 | 0,51 | 33,02 |
| Eisen | 2,20 | 1,29 | |
| Zink | 62,62 | 31,22 | |
| | 99,35. | | |

Nach dieser Untersuchung läfst sich die Ansicht aufstellen, dafs die strahlige Blende eine einfache Schwefelungsstufe von Zink sey, worin dieses zum Theil durch Eisen und Cadmium ersetzt wird, und wofür folgende Formel gelten kann.

$$\left.\begin{matrix}Zn\\Fe\\Cd\end{matrix}\right\}+S.$$

## XI. *Beleuchtung einiger streitigen Punkte über Eupion und Bergnaptha; von H. Hefs.*

Im XXXVII. Bande dieser Annalen, S. 534, findet man einen Aufsatz von Dr. Reichenbach, der eine Kritik meiner Arbeit über das Steinöl enthält. Da sie von einem Manne herrührt, der sich viel mit den Producten der trocknen Destillation beschäftigt hat, so finde ich sie in jeder Beziehung geeignet, das Urtheil sehr vieler Leser irre zu führen. Dieſs ist was mich veranlafst sie zu widerlegen.

Reichenbach wirft mir vor, ich hätte Naphta für identisch mit Eupion erklärt; also die Selbstständigkeit des Eupions dadurch geläugnet; dafs ich einen Mangel an Gewissenhaftigkeit beurkundet hätte, indem ich, statt seine bessere Arbeit anzugreifen, nur diejenige angriffe, die er schon selbst zurückgenommen habe, und endlich, dafs ich, um sein Eupion zu repräsentiren, diesen Stoff aus Birkenrindetheer gezogen hätte, da er doch ausdrücklich Wachsöltheer dazu empfohlen habe, und alles das noch obendrein wo es sich um Leben und Tod des Eupions handele!

1) Hr. Reichenbach hätte bei einer ruhigen Lesung meiner Abhandlung (Bd. XXXVI S. 435) unter der Schlufsfolgerung sub No. 3 ersehen müssen, dafs ich keineswegs Naphta und Eupion für identisch halte, denn ich sage dort wörtlich: »Dafs in dem Eupion von Hrn. Reichenbach höchst wahrscheinlich Naphta enthalten sey, da er diese bei dessen Bereitung durchaus nicht berücksichtigte, weshalb dieser merkwürdige Stoff einer gründlichen Revision bedürfe.« Würde ich die Existenz des Eupions da geläugnet und es für einerlei mit Naphta erklärt haben,

so würde ich doch nicht eine Revision für etwas *nicht* Existirendes vorschlagen!

2) Wenn Hr. Reichenbach darin einen Mangel an Gewissenhaftigkeit sieht, dafs ich seine erste Arbeit citirte, so hat es folgende Bewandtnifs: Es giebt in jeder Abhandlung Gegenstände die widerrufen werden können; es ist dazu nöthig, dafs man den Irrthum beweise, und ein solches Selbstberichtigen gereicht dem Naturforscher mehr zur Ehre, als einen Mifsgriff bemänteln oder gar vertheidigen zu wollen. Es giebt aber andere Gegenstände, die der Wissenschaft verfallen, man mag sie zurücknehmen wollen oder nicht. Hat ja doch schon so mancher Wahrheiten widerrufen wollen, weil er in neue Irrthümer gerathen war!

In seiner ersten Abhandlung über das Eupion sagt Reichenbach (Jahrb. für Chemie u. Physik, Bd. LXII S. 132) bei Gelegenheit der Bereitung dieses Stoffes, »dafs diese Absicht erreicht wurde (die Reinigung) bewies nun der Erfolg, der darin bestand, dafs das gewonnene Destillat von einem spec. Gewichte von 0,835 stufenweise auf 0,815 — 0,798 — 0,782 — 0,770 — 0,762 — 0,740 — und seine Siedhitze von 260° auf 245° — 223° — 211° — 193° bis 169° herabgebracht wurde, bei welcher es dann unverändert stehen blieb, und wo dann alle versuchten weiteren Einwirkungen keine ferneren Veränderungen mehr hervorzubringen vermochten, deren als minder wichtig ich hier nicht erwähne;« weiter führt er von dieser Flüssigkeit an: »sie siedet bei 27 Z. Barometerstand und bei 169° C.» Nach einer so bestimmten Angabe sollte man keinen Zweifel über den festen Siedpunkt mehr haben können, und defs ungeachtet sagt Reichenbach in seiner zweiten Abhandlung (Jahrb. der pract. Chem. Bd. I S. 383), »die Siedhitze tritt bei 47° C. ein, wenn das Barometer auf 0,716$^{m}$ steht.« — Ich erlaube mir nun die Frage, ob in dem ersten Falle der Siedpunkt wirklich beständig war, und, wenn er es nicht war, wie es dann

mit Hrn. Reichenbach's Genauigkeit stehe? und ob es erlaubt sey, das letzte Criterium, was einem zu Gebote steht, so zu mifsbrauchen?

3) Das zuerst von Reichenbach erhaltene Eupion zeichnete sich hauptsächlich dadurch aus, dafs es weder von Salpetersäure, noch von Schwefelsäure, noch von ätzendem Kali eine Veränderung erlitt. Reichenbach sagt (S. 150 seiner ersten Abhandlung): »Dieses Verhalten des Eupions, das manche Aehnlichkeit mit dem Steinöl zeigte, so wie die ganze Reihe seiner Eigenschaften, die mit diesem einen unverkennbaren Parallelismus befolgen, mufsten mich nothwendig auf die Vermuthung hinführen, dafs beide im Princip einerlei seyn könnten.« War es nun also zu verwundern, dafs ich, der ich über Steinöl arbeitete, eben dieser Eigenschaften wegen, mein Merkmal auf Eupion richten mufste?

4) Ferner aber sagt Reichenbach: »Dafs das Eupion nicht blofs im Thiertheere, in welchem ich es hier nachwies, sondern auch im Pflanzentheere vorhanden, also überhaupt Erfolg der trocknen Destillation organischer Körper sey, habe ich zwar in der Einleitung berührt, mufs es aber hier mit noch mehr Bestimmtheit aussprechen. Die Methode der Darstellung aus letzterem bleibt aber dem Wesen nach auf dieselben Grundsätze gestützt, und bedarf daher hier einer besonderen Auseinandersetzung nicht.«

In seiner zweiten Abhandlung sagt aber Reichenbach: »In der Darstellung des Eupions aus Oeltheer bin ich in nichts Wesentlichem abgewichen von dem Verfahren, wie ich es zur Bereitung aus Thiertheer angegeben habe.« Nun möchte ich fragen, nachdem ich Reichenbach's eigene Worte citirt habe, ob ich nicht berechtigt war, auch im Birkentheer Eupion zu suchen? Eine Frage, die aber viel wichtiger ist, ist folgende: Wenn Reichenbach eine Flüssigkeit, die bei 169° siedet, unter dem Namen Eupion als eine ganz besondere erkannte,

dann aber eine zweite Flüssigkeit, die bei 47° siedet, auch als Eupion bezeichnet, und von ihr wörtlich sagt: »Das Eupion in seinem nun sehr erhöhten Reinheitszustande zeigt zwar in seinen chemischen Verwandtschaften noch keine sehr bedeutende Verschiedenheit von dem früheren,« so möchte ich fragen, ob in beiden Fällen nicht allgemeine Merkmale sich auffinden lassen, die den Stoff charakterisiren, und ob ich so sehr zu tadeln seyn würde, wenn ich wirklich in einer Flüssigkeit, die bei 140° siedete, Eupion zu erkennen suchte, da es doch Reichenbach selbst das erste Mal bei einer Flüssigkeit *entdeckte*, die einen noch höheren Siedpunkt hatte? Ja es dringt sich unwillkührlich die Frage auf, wie es denn überhaupt mit diesem Eupion stehe? Diese Frage nun, zu deren Ausmittlung ich eine besondere Untersuchung angestellt habe, werde ich mich bemühen in einem der nächsten Hefte dieser Annalen so viel wie möglich zu beleuchten. Eben deshalb mag ich sie hier nicht erörtern.

5) In meiner ersten Abhandlung, als ich Eupion aus Birkentheer bereiten wollte, führe ich wörtlich an, dafs ich Naphta oder gereinigtes Steinöl erhielt (was auch Hrn. Reichenbach nicht entgangen seyn kann, da er meine Worte citirte). Nun sollte ich aber glauben, dafs die Gewissenhaftigkeit darin eben bestehe, dafs man die Sachen *so hingäbe*, wie man sie beobachtet hat. — Ich will den Vorwurf, den mir Reichenbach macht, nicht umkehren, und schreibe seine Beschuldigungen nur den unangenehmen Eindrücken zu, welche die Resultate meiner Abhandlung in ihm hervorgerufen hatten. Dieſs ist aber ganz natürlich, denn Hr. Reichenbach verwies uns im Eingange zu seiner Kritik auf Bd. XXXI, S. 511, dieser Annalen. Dort sagt er aber, Zeile 5 bis 13: »Bis jetzt war es unter den Chemikern Sitte, wenn Einer eine Untersuchung unter Händen hatte und sie thätig betrieb, man ihn ruhig fortarbeiten und sich entfalten liefs.

Viele Beispiele liegen davon vor. Der Reichthum der Chemie ist só grofs, und der zur Behandlung brachliegende Feldraum so unendlich weit und ausgedehnt, dafs die Lebenden alle Platz genug haben, neben einander ihre Entdeckungen anzubauen ohne einander *in den Weg treten* zu müssen.« — Diefs sagt nun Alles und bedarf keiner Erörterung. Die Zeit ist hin, wo man aus der Wissenschaft ein Monopol machen möchte. Ich bin überzeugt, dafs die wirklich tüchtigen Naturforscher es jetzt gern sehen, wenn Andere denselben Gegenstand mit ihnen bearbeiten. Wen reine Liebe zur Wissenschaft treibt, der wird den Mitarbeiter nur als einen willkommenen Gefährten auf seiner Bahn betrachten, und ich kann nur mein Bedauern üben Den aussprechen, der in ihm, statt eines Förderers, nur einen Gegner erblickt, der ihm den Weg vertritt.

6) Hr. Reichenbach sagt S. 537 seiner Kritik: Dafs ich zwar mein Oel von Kreosot, von Pikamar, von Mesit — vom oxidablen Princip gereinigt hätte, aber nicht vom Kapnomor und von einem andern empyreumatischen Oel, worüber er noch nichts veröffentlicht habe. »Ich *selbst* — fügt er hinzu — kenne bis jetzt kein genügendes Mittel, das Eupion aus Holztheer von ihnen absolut frei zu machen.« — Was das Kapnomor anbelangt, so ist eben eine seiner bezeichnensten Eigenschaften, dafs es sich mit Schwefelsäure verbindet, dadurch also von Eupion vollkommen getrennt werden kann; ich gestehe also, dafs ich diesen Vorwurf nur als eine neue Uebereilung betrachte. Was aber das unbekannte Oel anlangt, welches Reichenbach *selbst* nicht abzuscheiden vermochte, möchte ich sehr irren, wenn es nicht gröfstentheils aus Naphta bestehe, welches Reichenbach aber jetzt noch nicht mehr haben will. Möge er also dieses neue Oel uns beschreiben, es vor allen Dingen scharf von Naphta unterscheiden, und uns erklären, ob er diesen Stoff in den Producten der trocknen Destillation wirk-

lich nicht finden könne? Auch bitte ich Hrn. Reichenbach, seine Beschreibung so einzurichten, dafs es möglich sey, seine Arbeit Schritt vor Schritt zu wiederholen; vor allen Dingen möge er nur nicht glauben, dafs er diesem Dilemma etwa durch einen neuen Namen entgehen werde.

7) Hr. Reichenbach wirft mir vor, ich hätte nicht angegeben, dafs das von mir erhaltene Oel rufslos brenne, eine Eigenthümlichkeit des Eupions. Ich habe ja schon gesagt, dafs ich Naphta erhielt, habe also auch nicht gedacht, dafs es rufsfrei brennen müsse. Ich benutze aber diese Gelegenheit, um Hrn. Reichenbach zu bitten, uns eine Schwierigkeit zu lösen, die aus seiner Arbeit hervorgeht. Ueberall führt er das rufslose Brennen des Eupions an, und S. 396 seiner zweiten Abhandlung sagt er uns, dafs nur Paraffin, Mesit und Eupion diese Eigenschaft theilen. In seiner ersten Abhandlung gab er auch an, dafs sein Eupion rufslos gebrannt habe, obgleich es sich hernach erwies, dafs es nicht rein gewesen sey; es konnte aber weder durch Paraffin noch durch Mesit verunreinigt seyn — also durch andere rufsende Oele? Wo bleibt aber dann das Zutrauen zu den übrigen Angaben, und verhält es sich nicht mit diesen wie mit dem Kochpunkt?

8) »Meine Versuche,« sagt weiter Reichenbach, »über die Einwirkung des Chlors auf Eupion stellen Hefs nicht zufrieden, und er hat Recht, die Gegenwirkung dieser Körper weiter zu verfolgen und uns einige schöne Versuche hierüber vorzuführen, die belehrend geworden wären, wenn er mit reinen Oelen gearbeitet hätte, statt mit unbestimmt gemengten.«

Hier will ich mein Unrecht offen bekennen: ich habe in meiner Abhandlung versäumt anzugeben, was für Eupion ich der Einwirkung des Chlors aussetzte, und diefs berechtigte Hrn. Reichenbach einigermafsen zu seiner Vermuthung. Das Eupion, was ich dazu verwendete,

hatte ich von Hrn. Bonsdorff erhalten, als er von dem Verein der Naturforscher über Petersburg nach Finnland zurückkehrte. Ich erinnere mich jetzt nicht mehr, ob er es von Hrn. Reichenbach selbst erhalten hatte; das aber kann ich verbürgen, dafs es vollkommen farblos, höchst dünnflüssig und von einem ganz eigenthümlichen aromatischen Geruch war, was doch nur bei sehr reinem Eupion der Fall seyn konnte. Es mag also immerhin mein Versuch Hrn. Reichenbach belehren, dafs bei der Einwirkung des Chlors auf Eupion sich Salzsäure bildet und Eupion zersetzt wird. Aber ich frage den Leser, wie es möglich ist, sich darüber zu täuschen, ob sich Salzsäure bilde oder nicht? Wenn aber Reichenbach eines solchen Versehens sich schuldig gemacht hat, wie steht es dann abermals mit seiner Zuverlässigkeit? — Man hüte sich Umständlichkeit mit Genauigkeit zu verwechseln. Was hilft es, dafs Reichenbach das Verhalten des Eupion gegen 50 bis 60 Körper, die er aufzählt, geprüft zu haben versichert, wenn seine Angaben nicht mehr Zutrauen verdienen? Wäre es nicht besser gewesen, die Einwirkung von 5 bis 6 der wichtigsten Reagentien zuverlässig geprüft zu haben?

9) Wahrscheinlich hatte Niemand Hrn. Reichenbach aufgefordert seine Kritik (wie er sich ausdrückt) aus dem *Stegereif* zu schreiben; hätte er sie aufgeschoben, bis er meine Angaben im Laboratorium zu prüfen Gelegenheit gehabt hätte, so würde sie anders ausgefallen seyn.

10) Was meine Elementar-Analysen anbetrifft, so kann ich wohl mit Zuversicht hoffen, dafs sie gelegentlich von einem der tüchtigen Chemiker, auf die Deutschland jetzt stolz seyn kann, geprüft werden. — Wir wollen also ihren Werth mit Hrn. Reichenbach nicht discutiren.

11) Ich habe angeführt, dafs Naphta, wie Saussure es schon angegeben, Kautschuck theilweise auflöst, dafs

also Eupion diese Eigenschaft nicht ausschliefslich besitze. — Auch darin will sich Hr. Reichenbach nicht zurechtweisen lassen, und sagt S. 541: Gereinigtes Steinöl etc., alle diese Dinge lösen aber das Kautschuck in der Wärme ganz auf, nicht aber theilweise, wie das reine Eupion es thut. — Will Hr. Reichenbach denn Saussures Verdienst durchaus nicht anerkennen, nun so will ich dessen Worte citiren: *Annal de chim. et de phys. T. IV p.* 316 liest man: »*Le, caoutchouc s'y tuméfie à froid d'une manière extraordinaire; il y occupe un espace au moins trente fois plus grand que son volume primitif; cependant après* 48 *heures il ne s'en étoit dissout que* $\frac{1}{7000}$. *Par l'ébullition, on obtient une dissolution plus concentrée, qui, par l'evaporation, laisse du caoutchouc presque incolore et pourvu de toutes se propriétés; mais la substance ne se dissout jamais en totalité dans ce procédé, et ce qui reste se réduit par son desséchement à un très petit volume, en offrant une matière élastique comme le caoutchouc. Il paraît, d'après cela, que le naphte divise le caoutchouc en deux substances élastiques, l'une plus et l'autre moins soluble dans ce menstrue.*« Wir sehen also, dafs Hr. Reichenbach eben nicht sehr zu entschuldigen ist, dafs er, wie er sich ausdrückt, keinen andern Apparat als seine Feder und kein Reagens als den Inhalt seines Tintenfasses zu Hülfe nahm, da diese doch blofs als Reagentien auf den Verstand des Autors, nicht aber auf Naphta und Cautschuck gelten können. Auch hätte er sich wenigstens die Mühe geben müssen, die von mir citirte Stelle nachzuschlagen.

12) Ich glaube, dafs es ganz ohne Nutzen seyn würde, mich über die Natur der Steinkohle mit Hrn. Reichenbach in eine Erörterung einzulassen, die nur dann Werth haben könnte, wenn sie auf neue Thatsachen gestützt wäre.

13) Wenn endlich Hr. Reichenbach die Irrthümer, die er mir zumuthet für verzeihlich findet, weil ich

im schwierigen und verwickelten Felde der Empyreumata noch wenige Arbeiten gemacht habe, so danke ich ihm für eine Nachsicht, die ich nöthig habe, weil ich das Feld wirklich, mit meinen Kräften verglichen, für etwas schwer halte; bemerken mufs ich aber doch, dafs man falsch schliefst, wenn man glaubt, dafs, wer viel gearbeitet hat, auch deshalb schon viel Erfahrung eingesammelt. Es hat sich in der Wissenschaft oft schon zugetragen, dafs ein Gegenstand erst durch die unrechte Behandlung recht dunkel geworden ist.

---

Indem ich meine Leser wegen der Länge dieses Aufsatzes um Nachsicht ersuche, verspreche ich künftig nur solche Kritiken zu beantworten, wo den von mir aufgeführten Thatsachen widersprechende Thatsachen angegeben werden.

---

## XII. *Anwendung des Bleis zur Eudiometrie; von Hrn. Theod. de Saussure.*

(*Biblioth. universelle, N. S. T. II p.* 170.)

Bekanntlich absorbirt gekörntes Blei, beim Schütteln mit Luft in gewöhnlicher Temperatur, Sauerstoff aus derselben. Diese bisher nicht benutzte Eigenschaft liefert, mit Hülfe eines höchstens dreistündigen Schüttelns, ein Verfahren, welches den Sauerstoffgehalt der Luft bis auf 0,001 finden läfst, und in mehrfacher Hinsicht Vorzüge vor den gebräuchlichen Eudiometern besitzt [1]).

1) Hinsichtlich anderer in neuerer Zeit vorgeschlagenen eudiometrischen Versuchen sehe man den Aufsatz von Brunner in diesen Annal. Bd. XXVII S. 1. *P.*

Als Gefäfs zu dieser Operation nehme ich gewöhnlich einen Kolben oder eine Retorte, auf deren Hals eine metallene Zwinge festgekittet ist, welche aufserhalb Ausschnitte zur Aufnahme eines Schlüssels besitzt. Diese Zwinge enthält das 4 bis 5 Millimeter hohe Gewinde einer Schraubenmutter, zur Aufnahme eines metallenen Schraubenstöpsels mit vierkantigem Knopf, zu welchem ebenfalls ein Schlüssel pafst. Auf die Zwinge des Kolbens legt sich ein sechs Millimeter breiter Rand, der unterhalb mit einem angefetteten Lederring versehen ist. Diese Schlüssel dienen dazu, den Schraubenstöpsel stark anzuziehen, und zugleich bei Verschliefsung des Gefäfses die unmittelbare Berührung desselben mit den Händen zu verhüten.

Zu den meisten meiner eudiometrischen Versuche mit der gemeinen Luft habe ich Retorten von 150 bis 250 Cubikcentimeter Raumgehalt angewandt. Ihr Hals ist ungefähr 15 Centimeter lang, und fafst etwa ein Drittel oder Viertel so viel als die Kugel, damit die Absorption des atmosphärischen Sauerstoffs in diesem Hals gemessen werden könne.

Diese Gefäfse müssen eine Glasdicke von wenigstens einem Millimeter besitzen, damit sie beim Schütteln mit den Hagelkörnern nicht springen. Die Hagelkörner müssen von den kleinsten seyn, die im Handel vorkommen, 88 ungefähr ein Gramm wiegen.

Zu jeder Analyse nimmt man davon ein bestimmtes Gewicht, etwa ein Fünftel von dem zur Füllung des Gefäfses erforderlichen Wassers.

Dem trocknen Hagel mufs man ungefähr ein Siebenzehntel seines Gewichts Wasser hinzusetzen; nimmt man mehr oder weniger, verzögert sich die Oxydation des Bleis. Ueberschüssige Flüssigkeit hat aufserdem den Nachtheil, dafs sie einen für die Volumbestimmung des Gasrückstandes schädlichen Schaum veranlafst. Das Wasser, wel-

ches den Hagel benäfst, beträgt demnach nicht 1,5 Volumprocente von der analysirten Luft.

Die mit dem angefeuchteten Hagel beladene Retorte stellt man 2 bis 3 Stunden lang an freie Luft, oder erneut, zur Abkürzung der Operation, die Luft darin mittelst eines Blasebalgs, dessen Spitze sich in einem gekrümmten Rohre endigt. Nachdem man die Temperatur und den Druck beobachtet hat, verschliefst man die Retorte mit den vorhin erwähnten Schlüsseln.

Analysirt man eine andere Luft als die atmosphärische, so nimmt man statt des eudiometrischen Kolbens eine kleine umgekehrte Retorte, deren Hals in einem Hahn endigt und deren Bauch den benäfsten Hagel enthält. Diese evacuirt man und läfst dann das zu untersuchende Gas einströmen. In mehren Fällen ist man auch des Gebrauchs der Luftpumpe und des Hahnes überhoben, und braucht nur die mit Hagel beladene Retorte mit Wasser zu füllen; man läfst alsdann das Wasser über der pneumatischen Wanne durch das Gasgemenge verdrängen, durch Neigen der Retorte die Hagelkörner, die in ihren Zwischenräumen das zur Oxydation erforderliche Wasser zurückhalten, abtropfen, schliefst die Retorte durch den Schraubenstöpsel, schüttelt sie mit dem Hagel, und mifst endlich den Gasrückstand, indem man ihn in eine graduirte Röhre treten läfst. Unmittelbar vor dieser Operation mufs man die verschlossene Retorte in Wasser tauchen, dessen Temperatur niedriger ist als die bei der man das Gas eingeführt hat. Es erfolgt dann eine momentane Condensation, welche den Zweck hat, ein zufälliges Entweichen des Gases zu verhüten, welches eintreten würde, wenn es keine Volumsverringerung erlitten hätte.

Ich kehre zur atmosphärischen Luft zurück, deren Analyse mehr Genauigkeit gestattet. Die benäfsten Bleikörner, welche bis dahin nicht auf die Luft einwirkten,

weil man sie nicht bewegte, müssen nun stark geschüttelt werden [1]), und zwar blofs in dem Bauch des Kolbens, damit der Hals desselben nicht beschmutzt werde. Sie bekleiden sich mit einem gelben Ueberzug, der nach dreistündiger Bewegung eine graue Farbe annimmt. Diese graue Farbe, die von der Vermengung des gelben Oxyds mit sehr zertheiltem Blei herrührt, ist eine sichere Anzeige der gänzlichen Absorption des Sauerstoffs. Dieſs Verfahren liefert sehr reines Stickgas, welches niemals irgend eine Verringerung durch Salpetergas erleidet. Der Verschluſs mit dem bloſsen Schraubenstöpsel ist so sicher, daſs man das Schütteln des Hagels auf unbestimmte Zeit unterbrechen könnte.

Nachdem man auf einer Wage, die noch ein Centigramm angiebt, das Gewicht der Retorte bestimmt hat, öffnet man dieselbe umgekehrt unter Wasser, versieht sie statt des Stöpsels mit einem offenen Hahn, befestigt sie auf einem Gestell, welches ihren Bauch mit einer ringförmigen Zange umfaſst, bestimmt den Druck und die Temperatur der Atmosphäre, und schlieſst den Hahn, der so leicht drehbar seyn muſs, daſs dieser Verschluſs ohne Berührung des Kolbens zu bewerkstelligen ist. Der Unterschied zwischen dem Gewicht der Retorte, wenn sie bloſs mit dem eingedrungenen Wasser, und wenn sie ganz mit Wasser gefüllt ist, giebt das Volum des nicht absorbirten Gases.

Auf ähnliche Weise miſst man das Luftvolum vor der Absorption, wobei man, wie im vorigen Fall, auf das approximative Gewicht der verdrängten Luft oder Gasart Rücksicht nimmt.

Wäre der Hals des Kolbens graduirt, so könnte man die Absorption sogleich ablesen; allein diese Bestimmung würde zu ungenau und die Theilung auf einem weiten und unregelmäſsigen Halse zu mangelhaft seyn, als daſs nicht die Wägung vorzüglicher wäre.

1) Was mittelst einer Maschine bewerkstelligt werden kann.

Obgleich ich dieſs Verfahren zu den gewöhnlichen Untersuchungen nicht statt des Voltaschen angewandt wissen will, da dieſs die Schnelligkeit seiner Ausführung vor den andern voraus hat und bei mehren Analysen unumgänglich ist, so hat doch die Oxydation des Bleies hinsichtlich der Genauigkeit folgende Vorzüge.

Die Bestimmung des Sauerstoffs durch Verbrennung mit Wasserstoff hat das Ueble, daſs sie von der Reinheit dieses Gases und der Zerstörung des Stickstoffgases bedingt wird.

Die meisten Chemiker stimmen in dem Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft, wie er vom Voltaschen Eudiometer angegeben wird, nicht überein. Um bloſs von denen zu reden, die ausführliche Untersuchungen in dieser Beziehung angestellt haben, will ich nur anführen: die HH. v. Humboldt und Gay-Lussac, welche 21 Sauerstoff in 100 Luft gefunden haben [1]); Dalton, welcher 20,7 und 20,8 fand [2]); Henry, welcher, seiner Angabe nach, sich nicht überzeugte, ob der Gehalt 20 oder 21 betrage [3]); Thomson, welcher denselben auf 20 reducirt [4]).

Sieht man ab von den zufälligen Fehlern, welche bei dem Volta'schen Apparat unvermeidlich sind, so scheint der Unterschied zwischen den angeführten Resultaten hauptsächlich aus der verschiedenen Menge des mit der Luft zur Verbrennung gemengten Wasserstoffgases zu entspringen. Die HH. v. Humboldt und Gay-Lussac vermengten die Luft zu diesem Behufe mit einem gleichen Volum Wasserstoffgas, und fanden dadurch, wie gesagt, 21 Procent Sauerstoff. Andere setzten der Luft

1) *Journ. de phys. par Delamétherie, t. LX.*

2) *Annals of philosoph. Vol. X.*

3) *Elem. of exper. chemistry, IIe edit. Vol. I p.* 316.

4) *Principl. of chemistr. Vol. I p.* 91.

nur die Hälfte ihres Volums an Wasserstoff hinzu [1]); allein dieſs Gemenge hat mir nur 20,6 Proc. Sauerstoff gegeben, unter denselben Umständen, unter denen ich bei der andern Operation 21 Proc. erhielt.

Ich muſs hiebei bemerken, daſs das Gemeng von 2 Th. Luft mit 1 Th. Wasserstoff den Vorzug hat, daſs es den Gebrauch des Volta'schen Eudiometers sehr erweitert, auch auf die Analyse der verdorbenen Luft, die man bei Versuchen über das Athmen und die Gährung zu zerlegen hat; denn 100 Th. verdorbene Luft, die 88 Stickgas und 12 Sauerstoff enthält, kann bei Vermengung mit 50 Wasserstoff durch eine einzige Detonation analysirt werden; während 100 verdorbener Luft, die 84 Stickgas und 16 Sauerstoff enthält, sich nicht durch den elektrischen Funken entzünden lassen, wenn ihnen ein gleiches Volum oder 100 Wasserstoff hinzugefügt wird. Unnöthig ist wohl die Bemerkung, daſs, wenn man die Analyse mittelst eines Zusatzes von Sauerstoff (der seinerseits eine besondere Analyse erfordert) bewerkstelligt, die dadurch eingeführte Verwicklung des Verfahrens kein genaues Resultat liefern kann [2]).

Die

1) Berzelius, *Traité de chimie*, *Vol. I p.* 394.

2) Läſst man ein Gemeng von Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff detoniren, ohne deren Verhältnisse im Voraus annähernd zu kennen, so kann man nicht wissen, ob der Verpuffungsrückstand Sauerstoff und Stickgas oder Wasserstoff und Stickgas sey, und man ist in Ungewiſsheit, ob man zur Analyse dieses Rückstands Wasserstoff oder Sauerstoff hinzuzusetzen habe. Oft geht das Gas bei dem Probiren ganz verloren. Folgende Bemerkung wird hier von Nutzen seyn. Wenn man nach der Verpuffung über Wasser keinen weiſsen Rauch im Eudiometer erblickt, enthält es Wasserstoff. Erblickt man einen weiſsen, lange verweilenden Dampf, so enthält es Sauerstoff. Dieser Dampf dehnt nach einiger Zeit den Gasrückstand, nach seiner Erkaltung aus. Er wird durch Aetzkalilauge schnell zerstört; allein zwei bis drei Umgieſsungen in Wasser reichen nicht hin, dieſs augenblicklich zu bewirken. Dieser Rauch besteht hauptsächlich aus Wasser

Die Absorption des Sauerstoffs durch das Blei hat den Vorzug, dafs sie keine fremde Substanz in den zu untersuchenden Körper einführt, während bei der gänzlichen Verbrennung des Sauerstoffs der Rückstand mit Wasserstoffgas verunreinigt ist [1]).

Das Phosphor-Eudiometer hat den Nachtheil, dafs es bei den Analysen einen Rückstand giebt, der mit Phosphordampf, Phosphorwasserstoffgas und dem dieses Gas begleitenden Wasserstoff verunreinigt ist. Diese Gase werden nicht durch den Phosphor erzeugt, sondern durch die verlängerte Berührung des Wassers mit dem Phosphoroxyd. Wiewohl man diese Fehlerquellen zum grofsen Theil vermeidet, wenn man den Gasrückstand mit Kalilauge wäscht, so erzeugen sie doch keine Unsicherheit, welche den Sauerstoffgehalt der Luft zwischen 20 und 21 schwanken läfst. Enthält die Luft eine bedeutende Menge Wasserstoff, so ist das Verfahren mit Phosphor, selbst in der Kälte, nicht anwendbar.

Die eudiometrische Analyse durch Blei ist genauer, als die durch die Schwefelalkalien, wegen der grofsen Menge Wasser, die letztere erfordert. Ist das Wasser nicht mit Stickgas gesättigt, so absorbirt es eine gewisse Menge davon; ist es damit gesättigt, so tritt es dem Gasrückstand von der Operation einen Theil desselben ab. Das Blei hat auch den Vorzug vor den Schwefelalkalien, wenn es sich darum handelt, den Sauerstoffgehalt bei Anwesenheit von Kohlenwasserstoffgasen zu bestimmen; denn diese werden durch die Lösung des Schwefelalkalis, je nach ihrer Temperatur und Concentration, mehr oder weniger stark absorbirt.

Die eudiometrischen Anzeigen des Bleis erlangen ei-

und salpetersaurem Ammoniak mit Ueberschufs an Säure. Wenn der Rückstand von der Verpuffung Wasserstoff enthält, so wirkt die durch diese Operation entstandene Flüssigkeit nicht auf Reagenzpapiere.

1) Berzelius, *Traité de chimie, Vol. I p.* 375.

nen hohen Grad von Genauigkeit, wenn man, statt das absorbirte Sauerstoffgas zu messen, dasselbe durch die Gewichtszunahme des Metalls bestimmt. Man trocknet dann den Rückstand, dessen Zusammensetzung noch nicht genau bestimmt ist, im Vacuo und in dem Gefäfse selbst, wo die Oxydation erfolgt ist.

In Berührung mit Wasser absorbirt das Blei die Kohlensäure aus der Luft. Die freie Luft, welche ich analysirt habe, enthält zu wenig von dieser Säure, als dafs nicht ihre Absorption bei einem einzigen Versuch mit den Beobachtungsfehlern vermengt seyn könnte. Anders ist es bei einem Mittelwerth aus mehren Analysen. Das, welches ich aus bei Tage angestellten Analysen abgeleitet habe und welches in der folgenden Tafel enthalten ist, zeigt, dafs 100 Volumtheile Luft 21,05 Sauerstoff und Kohlensäure enthalten. Zieht man hievon die mittlere Menge der letzteren ab, die sich nicht sehr von 4 auf 10000 Luft entfernt, so findet man, dafs 100 Volumtheile Luft 21,01 Volumtheile Sauerstoff enthalten.

**Resultate der Analyse der Luft durch Blei, bei Tage**

| Zeit und Ort der Beobachtung. | | Wetter. | Absorption durch Blei in 100 Luft. |
|---|---|---|---|
| Mitten im Genfer See | 18. Juli | Ruhig, heiter | 21,08 |
| Chambeisy [1]) | 3. Aug. | heiter, schwacher N. O. | 20,98 |
| dito | 16. - | heiter, mäfsiger SW. | 21,03 |
| Strafse von Genf | 25. - | heiter, schwacher NO. | 21,03 |
| Chambeisy | 27. - | regnig, sehr heftiger SW. | 21,13 |
| dito | 27. - | dito dito | 21,15 |
| dito | 13. Sept. | heiter, schwacher NO. | 21,08 |
| Mitten im See | 13. - | dito dito | 21,09 |
| Chambeisy | 5. Nov. | bedeckt, ruhig | 20,98 |
| dito | 21. - | bedeckt, heftiger NO. | 21,086 |
| dito | 13. Dec. | ruhig, neblig | 21,006 |
| dito | 24. - | bedeckt, heftiger NO. | 21,1 |
| dito | 28. - | heiter, heftiger NO. | 21 |
| Mitten im See | 29. - | halb bedeckt, schwach. SW. | 21,04 |
| | | Mittel | 21,05 |
| | | Kohlensäure | 0,04 |
| | | Sauerstoff in 100 Luft | 21,01. |

1) Wiese eine Lieue von Genf.

## XIII. *Auszug aus einer Abhandlung, betitelt: Mathematische und experimentelle Methoden, um Gemenge von bestimmten oder unbestimmten Verbindungen, falls beide auf das polarisirte Licht einwirken, zu unterscheiden, nebst Anwendungen derselben auf die Verbindungen der Weinsäure mit Wasser, Alkohol und Holzgeist; von Biot.*

(Aus den *Comptes rendus hebdomadaires etc.*, in einem besonderen Abzug mitgetheilt vom Verfasser.)

Beim Studium der Naturerscheinungen ist nichts seltner, als eine physische Kraft zu finden, deren Wirkung einfach, meſsbar und den Moleculargruppen der Körperbestandtheile zwar eigen, aber von derem Aggregationszustande unabhängig sey. Ein solches Beispiel liefert die Gravitation, aber nur, wenn sie sich zwischen materiellen Systemen äuſsert, die so entfernt von einander sind, daſs man die Ungleichheit der von den verschiedenen Punkten ihrer Masse ausgehenden Kräfte als unmerklich betrachten kann. Denn alsdann wird die Resultante dieser Elementarkräfte proportional direct den totalen Massen der Systeme, und umgekehrt den Quadraten ihrer Entfernungen, wenn man sie als einfache geometrische Punkte betrachtet, wie übrigens auch ihre Agglomerationsweise und die Gestalt ihrer Theilchen beschaffen seyn möge. Bei geringeren Entfernungen wird die Ungleichheit der Elementarkräfte physisch vergleichbar mit deren absoluten Intensität, und dieſs macht deren Resultante merkbar abhängig von der Aggregationsweise der Theilchen, wodurch schon der Ausdruck und die Wirkungen verwikkelt werden. Bei noch geringeren Entfernungen endlich kann selbst die Form der constituirenden Theilchen nicht

mehr vernachlässigt werden; und die Schwierigkeiten der Rechnung werden unaussprechlich. Wie auch die chemische Attraction beschaffen seyn mag, so mufs doch, da sie nur in kleine Entfernungen wirkt, die Gestalt der Atomen-Gruppen häufig, wenn nicht immer, einen analogen Einfluſs auf die von ihr erzeugten Resultanten ausüben. Die Wirkungen hievon sieht man schon in den schönen, von Hrn. Savart entdeckten Kapillaritäts-Erscheinungen, wo Wasser, welches nahe bei den Temperaturen, bei denen seine Molecularpolarität am merkbarsten ist, in Bewegung gesetzt worden, durch eine bloſse Aenderung von einem Bruchwerth eines Centesimal-Grades sich in schnell an Volum und Gestalt verändernde Massen (*nappes*) krümmt. Denkt man sich nun ähnliche Kräfte, sich äufsernd in gröfserer Nähe zwischen Molecular-Gruppen von verschiedenartiger Natur, und plötzlich zu einem einzigen System genöthigt, mit eben so plötzlichen Zustandsveränderungen in allen unwägbaren Agentien, so hat man chemische Verbindungen, d. h. Phänomene, gegen welche die des Vorrückens der Nachtgleichen nur Kinderspiele sind. Von diesen verwickelten Erscheinungen zurückzugehen zu den einfachen Gesetzen der sie erzeugenden Elementarkräfte, ist ein Problem, tausendmal schwieriger als das, welches Newton gelöst hat. Und dennoch ist dieſs ein Problem der Chemie!

Inmitten dieser Complication, die unvermeidlich ist, da sie mit der räumlichen Ausdehnung der Massen, mit denen wir arbeiten, zusammenhängt, sieht man in vielen Fällen eine physische Eigenschaft auftreten, die ganz die Einfachheit hat wie die Gravitation bei grofsen Entfernungen. Dieſs ist das Vermögen gewisser Flüssigkeiten, proportional ihrer Dicke die Polarisationsebenen der Lichtstrahlen zu drehen. Denn analysirt man diese Wirkung, so findet man, dafs sie aus einer eigenthümlichen Thätigkeit entspringt, ausgeübt von den einzelnen Moleculargruppen, die in der Bahn und in dem Wirkungs-

kreise des durchgelassenen Strahles liegen. Diese Action ist bei einer homogenen Flüssigkeit gleich für alle Gruppen, und sie erzeugt auch gleiche successive Ablenkungen, weil die Polarisationsebene eines jeden einfachen Strahls sich gleich ablenkbar erweist, nachdem sie abgelenkt ist. Die gesammte Winkelablenkung, welche diese Ebene beim Durchgang des Strahls durch eine meſsbare Schicht der wirksamen Flüssigkeit zuletzt erfährt, ist die Summe der unendlich kleinen Ablenkungen, welche die in der Bahn des Strahles liegenden Moleculargruppen successiv hervorgebracht haben. Befreit man diese Summe von den Particularitäten der Brechbarkeit, der Dichtigkeit und der Dicke, um sie auf stets vergleichbare Elemente zurückzuführen, so ergiebt sich daraus ein Winkelwerth proportional der unendlich kleinen Ablenkung, welche eine einzige Moleculargruppe der Flüssigkeit erzeugen würde, wenn sie in diesem constanten physischen Zustand auf einen und denselben Strahl einwirkte. Dieser reducirte Werth ist was ich *moleculare Drehkraft der Körper* nenne.

Ein specielles Kennzeichen dieser Kraft ist, daſs sie unveränderlich bleibt unter allen Einflüssen, welche bloſs die gegenseitigen Abstände der Moleculargruppen abändern, deren innere Constitution aber ungestört lassen. So können die ätherischen Oele, welche mit dieser Kraft begabt sind, selbst diejenigen, welche sie in entgegengesetzter Richtung besitzen, in allen Verhältnissen sowohl unter sich gemischt werden als mit anderen, welche sie nicht besitzen, und mit fetten Oelen, denen sie gleichfalls abgeht; und die Summe der den thätigen Theilchen eigenen Kräfte ist immer die Kraft des Gemenges. Die Zucker-, Gummi-, Kampherarten, gelöst in Wasser oder Alkohol; Stärkmehl, einfach aufgeschlossen (*desagrégée*) durch schwache Säuren, und dadurch, als Dextrin, in Wasser löslich oder bloſs schwebend gemacht, behalten eben so in diesen Flüssigkeiten

unverändert ihre Drehkraft, wie man sie bei denselben Körpern im starren, aber nicht krystallisirten, oder im geschmolzenen Zustande bemerkt, wenn so grofse Umwandlungen, ohne Aenderung der ihren Theilchen eigenen inneren Constitution, bewerkstelligt werden können. Allein, wenn die thätigen Moleculargruppen in ihrer Constitution oder chemischen Zusammensetzung eine Aenderung erleiden, sieht man im Allgemeinen ihre Drehkraft sich ändern und sehr verschiedenartige Werthe erlangen. So wird die Drehkraft des Dextrins, wenn man es durch die von Wärme unterstützte Wirkung einer Säure in Zucker verwandelt, plötzlich schwächer, ohne ihre Richtung zu ändern, während die des Gummis sich unter denselben Umständen umkehrt. Die Drehkraft des Rohrzuckers kehrt sich durch Wirkung der Säuren und einer nach Erfordernifs gesteigerten Wärme gleichfalls um, aber im entgegengesetzten Sinn; und bei Gegenwart von Traubensäure geschieht die Umkehrung, selbst in der Kälte, augenblicklich. So werden unter diesen Umständen und unter unzähligen anderen die chemischen Modificationen, welche dem Systeme, oft ohne irgend eine scheinbare Veränderung, überkommen, durch die veränderte Einwirkung auf das polarisirte Licht sogleich offenbart und sichtbar gemacht.

Bei allen wirksamen Körpern ist die Drehkraft auf die verschiedenen einfachen Strahlen ungleich. Bei allen, so weit bis jetzt bekannt, mit alleiniger Ausnahme der Weinsäure, folgt diese Ungleichheit einem und demselben Gesetz, wie es die Identität der zusammengesetzten Farben erweist, die auftreten, wenn man das weifse polarisirte Licht analysirt, welches von diesen Systemen Dicken, die sich umgekehrt wie die Drehkräfte verhalten, durchdrungen hat. Die Ausnahme, die in dieser Beziehung die Weinsäure darbietet, ist um so merkwürdiger, als ihre Verbindungen mit Salzbasen, selbst mit Borsäure, Drehkräfte besitzen, die dem allgemeinen Gesetz entspre-

chen, wenigstens innerhalb der Genauigkeitsgränzen, welche ich bis jetzt erreichen konnte, als ich die Reihe ihrer Wirkungen auf weifses Licht verglich mit denen, welche andere Körper hervorbringen. Eine so specielle Eigenthümlichkeit in der Wirkungsweise mufste indefs hoffen lassen, merkliche Abstufungen in den ausgeübten Wirkungen anzutreffen, wenn man die Säure zu so schwachen Verbindungen veranlafste, dafs man die Abänderungen, welche sie darin erlitt, langsam und durch unmerkliche Uebergänge graduirte. Wirklich giebt es solche Abstufungen und von solcher Natur, dafs die Ideen, welche man sich bisher von chemischen Verbindungen gemacht hat, dadurch erweitert werden.

Um diefs zu zeigen, wollen wir zunächst die Erscheinungen vereinfachen, nämlich mit einem Strahl von nahe fester Brechbarkeit experimentiren, z. B. mit dem rothen, den die durch Kupferoxydul gefärbten Gläser durchlassen. Nehmen wir eine constante Temperatur an, machen uns eine Auflösung von krystallisirter Weinsäure in Wasser, nach genau bestimmten Verhältnissen, und so concentrirt als sie in der beim Versuche stattfindenden Temperatur seyn kann. Wenn die Säure rein ist, wird die Lösung klar seyn. Theilen wir nun dieselbe in mehre Theile, wägen dieselben und verdünnen sie darauf mit bekannten Gewichtsmengen destillirten Wassers. So haben wir dann eine Reihe Lösungen, die alle genau aus denselben Stoffen, aber in verschiedenen Verhältnissen bestehen. Messen wir jetzt ihre Dichtigkeiten, bringen sie in Röhren, die eine bekannte Länge haben und an den Enden durch dünne Plangläser verschlossen sind, und beobachten die Ablenkungen, welche sie unserem polarisirten Strahl (d. h. seiner Polarisationsebene. *P.*) einprägen. Mittelst der Formeln, die ich vor drei Jahren im *Tome XIII* der *Mémoires de l'Academie* gegeben habe, kann man die Drehkraft der Säure daraus ableiten, in der Voraussetzung, dafs sie in der Lösung allein das

Wirksame sey, was darauf zurückkommt, sie darin im Zustande eines blofsen Gemenges anzunehmen, weil das destillirte Wasser für sich die Polarisationsebenen der Strahlen nicht ablenkt. Diefs gesetzt, ergiebt sich nun Folgendes:

Untersucht man zunächst jede Lösung bei verschiedenen Dicken, so erhält man Ablenkungen proportional diesen Dicken. Sie zeigt demnach den Molecular-Charakter der Wirkung.

Allein bei den verschiedenen Lösungen zeigt sich die Drehkraft der Säure ungleich. Sie wächst von einer zur andern proportional mit dem Antheil des Wassers in der Lösung, so dafs der geometrische Ort aller dieser Drehkräfte eine gerade Linie ist, welche das Gewichtsverhältnifs des Wassers zur Abscisse und die Drehkraft zur Ordinate hat. Die Anfangs-Ordinate drückt die Drehkraft aus, welche die blofs entfestete (*désagrégé*) Säure ohne Zusatz von Wasser haben würde. Die End-Ordinate entspricht, wenigstens für das physische Problem, einer unendlichen Verdünnung. Zwischen diesen Extremen begreift das Stück der Geraden, welche durch Versuche nachgewiesen werden kann, Drehkräfte, die vom Einfachen auf mehr als das Doppelte wachsen. Ich habe funfzehn verschiedene Verhältnisse von Wasser bei einer einzigen Reihe angewandt, und jede der Drehkräfte durch 40, 50 und zuweilen 60 Beobachtungen der Ablenkung durch rothes Glas bestimmt. Keine Sorgfalt schien mir zu grofs, um ein so merkwürdiges Gesetz der chemischen Action gehörig festzustellen.

So wird zunächst das Wasser bei diesen Erscheinungen wirksam, weil es die Drehkraft der Säure abändert, desto mehr, in je gröfserer Menge es vorhanden ist. Es ist ihr also nicht blofs beigemengt, sondern mit ihr verbunden, weil es, je nach seinem Verhältnifs, eine Gruppe von anderer Beschaffenheit mit ihr bildet. Wenn wir, statt des Gewichtsverhältnisses (*proportion pondé-*

*rale*) [1]) des Wassers, das directe Verhältnifs des Gewichts des Wassers zu dem der Säure in die lineare Relation einführen, was eine einfache algebraische Transformation ist, so sehen wir, dafs die Drehkraft der Säure durch die zuerst mit ihr sich verbindenden Wassertheilchen am stärksten abgeändert wird, dann weniger stark durch die zu dieser Verbindung hinzugefügten; und endlich üben in sehr verdünnten Lösungen die hinzugesetzten Wassertheilchen nur einen asymptotischen physisch unwahrnehmbaren Einflufs aus. Und von da ab machen sich die Erscheinungen beinahe so, wie wenn die zuvor gebildeten wirksamen Gruppen blofs im Zustande der Mengung unter diese letzten Wassertheilchen vertheilt würden.

Versetzen wir nun alle unsere Lösungen in eine andere Temperatur. Ist diese höher, so wachsen die Drehkräfte; ist sie niedriger, so werden diese geschwächt. Allein ihre Zu- oder Abnahme ist gleich für alle. Der geometrische Ort dieser neuen Drehkräfte ist demnach eine neue Gerade, parallel der ersteren. Die Veränderung bei jeder Abscisse, folglich bei jeder Lösung, ist die, welche die entfestete Säure erleidet; und innerhalb der Temperaturgränzen meiner Beobachtungen, d. h. zwischen +7° und 26° C. schien mir diese Veränderung fast den Thermometergraden proportional zu seyn. Allein der Anwuchs der ursprünglichen Drehkraft ist für jedes Verhältnifs Wasser immer constant.

Kurz, bei gleicher Temperatur erleidet das polarisirte Licht durch Gruppen von Säuren und Wasser in verschiedenem Verhältnifs eine ungleiche Einwirkung, eben so wie eine und dieselbe Gruppe bei verschiedenen Temperaturen, nach dem eben angezeigten einfachen Gesetz. Besäfse die Chemie hinreichend empfindliche Reagenzien, so würde sie wahrscheinlich in den chemischen Actionen dieser Gruppen Eigenthümlichkeiten, entsprechend der Verschiedenheit ihrer Constitution, entdecken; und dann würden dieselben Verfahrungsarten bei den Lösungen, die

1) D. h. das Gewichtsverhältnifs des Wassers zur Lösung. P.

keine Drehkraft auf das polarisirte Licht ausüben, gleiche oder ähnliche Gesetze entdecken lassen.

Ich habe viel darnach gesucht, ob diese Erscheinungen eine Beziehung zu den festen Proportionen darböten. Zunächst kann in der veränderlichen Drehkraft der Säure bei einer und derselben Temperatur keine solche vorhanden seyn, weil sie dabei, gemäfs der linearen Relation, gleichförmig mit dem Antheil des Wassers wächst. Um dieser Relation zu entgehen, könnte man die Drehkraft der variablen Gruppe aus Säure und Wasser daraus ableiten. Dann findet man freilich, dafs diese Kräfte bis zu einem gewissen Verhältnifs Wasser wachsen, und dann in's Unbestimmte abnehmen. Ihr geometrischer Ort ist eine Parabel zweiten Grades, welche eine Maximum-Ordinate, die ihres Scheitels, besitzt. Allein dieses Maximum entspricht keineswegs festen Atomenzahlen, weil die Gewichtsverhältnisse, welche dasselbe geben, sich langsam mit der Temperatur verändern. Nach diesem Beispiel mufs man also annehmen, dafs die Bestimmtheit der Proportionen nicht immer eine nothwendige und folglich allgemeine Bedingung zu chemischen Verbindungen sey, wiewohl sie häufig eine günstige Bedingung für dieselbe seyn kann, vielleicht sogar, in vielen Fällen, die einzige, welche uns erlaubt die Producte zu analysiren und isoliren. Ich zeige in meiner Abhandlung, dafs diese beiden Arten von Verbindungen durch ihre optischen Wirkungen unterschieden werden können, sobald eins oder mehre ihrer Elemente, oder das Product derselben empfänglich ist für die Einwirkung des polarisirten Lichts; und ich gebe die mathematischen Formeln, welche diese Aufgabe allgemein lösen.

Bisher habe ich angenommen, das durchgelassene Licht sey ein einfacher rother Strahl. Alle übrigen einfachen Strahlen folgen gleichen Gesetzen. Für jeden derselben wachsen, bei gleicher Temperatur, die Drehkräfte der Säure eben so proportional mit dem Antheil des Was-

sers, und ihr geometrischer Ort ist eben so eine gerade Linie. Allein je nach der Art des Strahls haben diese Gerade verschiedene Coëfficienten, welche ihnen andere Anfangs-Ordinaten und andere Neigungen geben. Sind sie alle zugegen, wie im Fall man mit weifsem Licht arbeitet, so bedingt jeder Antheil Wasser ungleiche Ordinaten, deren relative Gröfseordnung variirt mit den verschiedenen Abständen vom Anfangspunkt. Die Werthe der entsprechenden Ablenkungen stehen demgemäfs bald in der Ordnung der Brechbarkeit, bald in umgekehrter Ordnung und bald in gemischter, so z. B. dafs das Violett eben so stark als das Roth abgelenkt ist, das Gelb und Grün aber stärker als beide. Die zusammengesetzten Farben, die aus diesen Combinationen entspringen, müssen sich demnach mit dem Zusatz von Wasser anscheinend auf die seltsamste Weise verändern; und diefs ist wirklich der Fall. Allein diese Seltsamkeit wird Regelmäfsigkeit, wenn man das lineare Gesetz kennt, welches sie erzeugt.

Nach diesen Versuchen würde die Drehkraft, welche die Säure ohne Zusatz von Wasser besitzt, für einen rothen Strahl Null bei etwa 23° C. In der That habe ich, als ich einen polarisirten Lichtstrahl durch eine wenigstens 50 Millimeter dicke Masse von geschmolzener und darauf erstarrter Säure leitete, bei dieser Temperatur keine Anzeige von Drehung wahrnehmen können. Allein die Drehkraft derselben Säure zeigte sich sehr wirksam bei einer etwas verschiedenen Dicke, als ich sie, mit sehr wenig Wasser geschmolzen, noch heifs und flüssig beobachtete, und darauf im gummigen Zustand bis zum Erstarren. Dann war sie trübe. Diese schwierigen Versuche müssen, von Messungen begleitet, wiederholt werden, besonders bei niederen Temperaturen, um zu sehen, ob dabei die feste Säure eine Drehung nach der Linken annimmt, wie zu vermuthen steht. Ich habe nicht gewagt, sie für sich zu schmelzen, aus Furcht, sie in

brenzliche Säure zu verwandeln, da sie in diesem Zustande noch nicht von mir beobachtet worden ist. Ich weifs auch nicht, ob die Traubensäure physisch Weinsäure wird, wenn man ihr das eine Atom Wasser, welches den Unterschied bedingt, nimmt, durch Austrocknung mittelst eines Stroms von heifser Luft, welcher sie zugleich desagregirt; diese Fundgrube von Thatsachen dringt offenbar bis zu den Fundamenten der Chemie; allein die Anstrengungen eines Einzelnen können hier nur langsam vorrücken.

Um wenigstens das beschränkte Ziel, welches ich mir gesetzt, zu erreichen, mufste ich noch die Lösungen der Weinsäure in anderen Flüssigkeiten als Wasser untersuchen. Zu dem Ende nahm ich Holzgeist und Alkohol, den ersteren möglichst gereinigt unter Hrn. Dumas's Augen, den andern in Hrn. Robiquet's Laboratorium sorgfältig rectificirt, und, nach seiner Dichtigkeit zu schliefsen, weniger als 0,02 Wasser enthaltend.

Holzgeist und Alkohol, im Zustande der Reinheit, werden von den Chemikern als zwei isomorphe Flüssigkeiten betrachtet, nicht weil sie bei ihnen eine gleiche Molecularform voraussetzen, wie es das Wort anzudeuten scheint, sondern blofs, weil diese beiden Flüssigkeiten, wenn man sie in demselben Atomenverhältnifs eine gewisse Verbindung mit einem andern Körper eingehen läfst, zwei Salze von gleichem Krystallsystem, obwohl nicht gleichen Winkeln erzeugen. Ohne den Umfang und die Einfachheit der Verhältnisse, welche diese Art von Analogie unter der Mannigfaltigkeit der bisher isolirten Verbindungen hat entdecken lassen, zu verkennen, kann man doch bedauern, dafs das Wort, welches sie ausdrückt, sie der Constitution der Mittel selbst zuschreibt, während die Analogie in Wirklichkeit nur zwischen weit entfernteren und weit complicirteren Resultaten der Krystallisation stattfindet [1]). Hier z. B. sind die Molecular-

1) Mir ist auch nicht bekannt, dafs man — wenigstens in Deutsch-

Eigenschaften beider Flüssigkeiten sehr verschieden. So löst der reine Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur die Weinsäure schwierig und in kleiner Menge, der Holzgeist leicht und in Menge. Und bei Untersuchung im polarisirten Licht zeigt sich die Drehkraft der Säure, wie beim Wasser abgeändert und in gleichem Sinne, allein mit geringerer Stärke, und zwar schwächer beim Alkohol als beim Holzgeist. Die gelöste Säure tritt also auch mit diesen Flüssigkeiten in Verbindung, und bildet mit ihnen neue Molecüle, deren Beschaffenheit bei gleichem Gewichtsverhältnisse, wie auch bei gleicher Anzahl chemischer Atome, verschieden ist. Meine Mufse und die ungünstige Jahreszeit hat mir noch nicht erlaubt auszumitteln, ob diese Verbindungen gleichfalls einem Linear-Gesetze folgen. Allein beim Holzgeist habe ich mich wenigstens versichert, dafs die Drehkraft der Säure ihre Eigenschaft, mit der Temperatur und mit dem Gewichtsverhältnifs der angewandten Flüssigkeit zu wachsen und abzunehmen, behält. Ueberdiefs zeigen die mit beiden Flüssigkeiten gebildeten Lösungen bei den verschiedenen einfachen Strahlen dieselbe Drehungsungleichheiten, welche die wäfsrigen Lösungen vermöge der linearen Relation darbieten; und sie sind hier noch augenscheinlicher, weil die Drehkraft der Säure weniger stark abgeändert wird, und man deshalb Drehungen hervorbringen kann, welche sich mit wäfsrigen Lösungen in gewöhnlicher Temperatur nicht darstellen lassen, ohne nicht die Wassermenge unter die zu bringen, die nöthig ist, die Säure im flüssigen Zustand zu erhalten. Eine alkoholische Lösung, die 0,84 reinen Alkohol enthielt, bei 5° C. beobachtet, lenkte die rothen, orangefarbenen und gelben rechts ab, die blauen, indigfarbenen und violetten aber links ab, entsprechend den oben angezeigten Inductionen.

Da die Weinsäure bei Lösung in Wasser, Alkohol,

land — Holzgeist und Alkohol für isomorphe Körper ausgegeben hätte; man nennt sie nur isomer. *P.*

Holzgeist mit diesen Flüssigkeiten verschiedenartig constituirte Moleculargruppen bildet, so ist es wohl natürlich zu glauben, dafs diese Gruppen auch verschiedenartige chemische Eigenschaften besitzen, dafs die einen chemische Zersetzungen bewirken könnten, welche die anderen nicht hervorzubringen vermögen. Gleichwie z. B. die aus Säure und Wasser gebildeten Molecüle die Carbonate zersetzen können, während die aus Säure und Alkohol oder Holzgeist es nicht vermögen, so wird es sicher mehr solcher Phänomene geben wie dieſs von Herrn Pelouze beobachtete; allein es bietet nichts Aufserordentlicheres dar, als zu sehen, dafs das schwefelsaure Natron andere Eigenschaften als der schwefelsaure Baryt besitzt. Auf gleiche Weise läfst sich denken, dafs überhaupt chemische Reactionen zwischen gewissen Substanzen in gewissen Mitteln statthaben können, und in andern nicht. Wahrscheinlich liegen diese Mittel in vielen Fällen nicht einfach als unthätige Hindernisse zwischen dergleichen Substanzen, sondern bilden mit ihnen wahrhafte Verbindungen, zwischen welchen die chemische Reaction möglich ist oder nicht.

In dem Vorhergehenden habe ich häufig den Ausdruck Moleculargruppen gebraucht, um damit die constituirenden Molecüle der Körper zu bezeichnen. Dieser Ausdruck schien mir zweckmäfsig, wegen unserer Unwissenheit über die Natur und Constitution dieser Molecüle, welche einfach oder vielfach, gleichförmig im Raum vertheilt, oder, wie die Himmelskörper, in besondere Systeme geschieden seyn können, ohne dafs die bisher wahrnehmbaren Erscheinungen uns irgend einen Aufschlufs über diese Umstände geben.

In einer anderen Abhandlung werde ich eben so durch das polarisirte Licht die Verbindungen untersuchen, welche die Weinsäure mit Salzbasen und mit der Borsäure eingeht, wenn man sie mit diesen Substanzen in verschiedenen Mitteln zusammenbringt; denn alle diese

Verbindungen besitzen die Drehkraft, und sind daher empfindlich für das neue Reagenz. Allein man müfste zuvörderst die Wirkung zwischen der Säure und diesen Mitteln kennen, und überdiefs Methoden aufsuchen, um die Bestimmtheit oder Unbestimmtheit der mit dieser Drehkraft begabten Verbindungen festzusetzen. Diefs der Zweck der langen und mühsamen Arbeit, von der ich eben einen Auszug gegeben habe [1]).

1) Früher als diesen Aufsatz hat Hr. Biot der Academie mehre Notizen über denselben Gegenstand mitgetheilt, welche im *L'Institut* von 1833, *p.* 274, 372, 378 und 396 bekannt gemacht sind. Das Wichtigste, was dieselben enthalten, ist wohl die Bestimmung des specifischen Gewichts verschiedener wäfsriger Lösungen von bekanntem Weinsäuregehalt. Durch eine grofse Reihe sehr genauer Versuche hat Hr. Biot darin nachgewiesen, dafs, wenn das Gewichtsverhältnifs der Säure zur Lösung mit $y$ bezeichnet wird (das Gewicht der Lösung dabei $=1$ gesetzt), und den Ueberschufs des scheinbaren (in Luft bestimmten) specifischen Gewichts der Lösung über Eins mit $x$; alsdann zwischen diesen beiden Gröfsen die folgende hyperbolische Relation besteht:

$$xy - ay - bx = 0,$$

wo $a$ und $b$ zwei Constanten sind, deren Werthe bei $+6°,8$ C. sind:

$$a = -1380{,}875 \text{ und } b = +302{,}7003$$

und im Mittel zwischen 13° und 27° C.

$$a = -1586{,}985 \text{ und } b = +349{,}287.$$

Diese Relation ist in sofern bemerkenswerth, als sie zeigt, dafs die Drehungen der Polarisationsebenen bei den wäfsrigen Lösungen der Weinsäure von verschiedener Concentration nicht den specifischen Gewichten proportional gehen, da sie sich, den Erfahrungen Biot's gemäfs, direct wie die Wassermenge der Lösung verhalten. *P.*

## XIV. *Ueber eine neue physische Relation zwischen den Elementen der Naturkörper und den Einwirkungen der verschiedenen einfachen Strahlen auf sie; von Hrn. Biot.*

(*Compte rendu etc. de l'acad. des sciences* 1836, *No.* 23 *p.* 540.)

Beim Studium der Ablenkungen, welche die Polarisationsebenen der Lichtstrahlen erleiden, wenn sie parallel mit der Axe der Doppelbrechung durch Bergkrystall gehen, habe ich früher gefunden, dafs, für gleiche Dikken, diese Ablenkungen, bei Strahlen von verschiedener Brechbarkeit, sich nahe umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Längen ihrer Accesse, oder, nach der Undulationstheorie, ihrer Wellenlängen [1]). Als ich später entdeckte,

1) Fresnel hatte diese Relation in einer besonderen Abhandlung aufgestellt, welche leider verloren gegangen ist. Man kennt nur die Zahlen, welche er beim Terpenthinöl erhielt, und welche ich, nach ihm, am Ende meiner Abhandlung über diese neuen Phänomene im Tome II der Abhandlungen der Academie angeführt habe. Ich bin indefs gewifs, dafs diese Abhandlung ganz vollständig ausgearbeitet vorhanden gewesen ist; denn die Zahlen, welche ich veröffentliche, sind von zwei Blättern genommen, die Fresnel selbst geschrieben hat, und die ich noch verwahre. Das erste führt den Titel: »Notiz aus einer *Abhandlung* über die Farben, welche die Polarisation in homogenen Flüssigkeiten entwickelt,« und hernach heifst es: »Drehung der sieben Hauptstrahlen, abgeleitet aus der Compensation mittelst Gyps;« darauf folgen die Zahlen, welche ich bekannt machte. Das zweite Blatt war bestimmt, mir einen richtigen Begriff von der Idee zu geben, welche Fresnel von dem Daseyn dieser Phänomene in den freien Moleculargruppen einer Flüssigkeit gefafst hatte; und ich habe sie in der That nach diesem Document in meiner Abhandlung auseinandergesetzt. Da es jedoch natürlich von Interesse seyn mufs, zu sehen, wie er selbst sich ausdrückte, so habe ich dieses zweite Blatt von Fresnel hier in genauer Copie beige-

deckte, dafs andere Körper, starre und nicht krystallisirte, flüssige und selbst gasige, ähnliche Ablenkungen bewirkten, schien mir auch bei ihnen, so weit sich aus unmittelbaren Versuchen schliefsen liefs, die nämliche Re-

fügt, man wird es ohne Zweifel um so mehr schätzen, als es aus der Abhandlung selbst scheint genommen zu seyn, die heutiges Tages verloren ist.

*Text von* Fresnel. »Offenbar mufs man in der individuellen Constitution dieser Theilchen die Ursache der Farbenerscheinungen suchen, zu denen sie Anlafs geben, weil sie unabhängig sind von ihrer Anordnung, und zugleich so von ihrer Form abhängen, dafs sich das Licht, je nach der Natur des Fluidums, von der Rechten zur Linken oder von der Linken zur Rechten dreht, zufolge Hrn. Biot's Ausdruck, welcher die einfachste Beschreibung der Erscheinung ist.«

»Ich nehme an, diese Theilchen seyen so constituirt, dafs sie den durchgehenden Lichtwellen dieselben Abänderungen einprägen wie der besprochene Apparat, d. h. dafs das Licht im Innern jedes Theilchens eine Doppelbrechung erleide, und dafs es überdiefs bei seinem Ein- und Austritt so modificirt werde, wie es durch eine vollständige Doppelbrechung geschieht.«

»Im Verlauf der Abhandlung, welche ich die Ehre habe der Academie zu überreichen, zeige ich zunächst, dafs die Strahlen, welche eine gewisse Brechung in einem so constituirten Theilchen erlitten haben, dieselbe Brechung in allen ähnlichen Theilchen, welche sie durchdringen, erleiden müssen, in welchen Azimuthen auch ihre Hauptschnitte liegen. Sonach kann die von mir angenommene Hypothese erklären (was auf dem ersten Blick schwer begreiflich schien), wie die Doppelbrechung so unregelmäfsig liegender Theilchen nicht mehr als zwei Lichtwellensysteme in der Flüssigkeit hervorruft. Eben so giebt sie Rechenschaft von den andern Erscheinungen, welche ich beschreiben werde, und endlich führt sie zu einer ungemein einfachen Formel, aus welcher sich das von Hrn. Biot beobachtete Gesetz ergiebt, nämlich, dafs der Winkel, um welchen man das Kalkspathprisma drehen mufs, um eine und dieselbe Strahlenart aus dem aufserordentlichen Bilde verschwinden zu machen, proportional ist der Länge des in der Flüssigkeit zurückgelegten Weges.«

»Ich stelle defsungeachtet diese Hypothese nur als einen theoretischen Gesichtspunkt auf, unter welchem man die Fär-

lation gültig zu seyn. Denn die Farben der in verschiedenen Azimuthen beobachteten Bilder schienen mir identisch mit denen beim Bergkrystall; in dem Grade, dafs entgegengesetzte Wirkungen dieser Art sich zu compensi-

bung der homogenen Flüssigkeiten auffassen kann, um sie mit denen der krystallisirten Körper auf gleiche Grundsätze zurückzuführen.«

[In der Abhandlung über die Doppelbrechung des Bergkrystalls parallel seiner Krystallaxe hat Fresnel bekanntlich die Drehungen der Polarisationsebenen und die daraus erfolgenden Färbungen auf eine eben so einfache als sinnreiche Art durch die Annahme erklärt, dafs der polarisirte Strahl beim Eintritt in den Bergkrystall (parallel der Axe) oder gewisse Flüssigkeiten in zwei circular-polarisirte Strahlen zerfalle, welche sich in der Substanz in gleicher Richtung, aber mit ungleicher Geschwindigkeit fortpflanzen und beim Austritt sich wieder zu einem einzigen Strahl vereinigen. Der Betrag der Drehung hängt ab von dem Geschwindigkeitsverhältnifs der beiden Componenten und von der Länge des von ihnen in der Substanz zurückgelegten Weges, also von der Dicke der Substanz. (Man sehe Annal. Bd. XXI S. 276 und Bd. XXVIII S. 165.) Wovon wiederum das Geschwindigkeitsverhältnifs der beiden Componenten abhange, hat Fresnel (wenigstens in dem, was von ihm darüber veröffentlicht ist) nur ganz unbestimmt angedeutet, wohl deshalb, weil hievon als von einer mit der speciellen Natur einer jeden Substanz zusammenhängenden Erscheinung vorerst keine detaillirte Erklärung gegeben werden kann. Von diesem Umstande abgesehen, der aber kaum ein Mangel genannt werden kann, da man es sonst auch als einen Mangel der Lichttheorie ansehen müfste, dafs sie nicht für jeden einfachen Strahl und für jede Substanz das Brechungsverhältnifs a priori bestimmen kann, — von diesem Umstande abgesehen, giebt Fresnel's scharfsinnige Hypothese, so viel man bis jetzt weifs, eine vollkommen genügende Erklärung der Farbenerscheinungen in Flüssigkeiten; und es bleibt zur letzten Bestätigung ihrer Richtigkeit nur noch übrig, dafs man bei den Flüssigkeiten das Daseyn der beiden circular polarisirten Componenten nachweise, in ähnlicher Weie wie es von Fresnel für den Bergkrystall geschehen ist.

Diese Bemerkung ist vielleicht nicht ganz überflüssig, weil Hr. Biot, aus alter Anhänglichkeit zu der Emissionstheorie oder vielmehr zu seiner eigenen Theorie von der beweglichen Polari-

ren schienen, wenn man sie successiv auf alle Elemente eines weifsen polarisirten Strahls einwirken liefs, entweder dadurch dafs man Platten von entgegengesetzten Drehkräften und von umgekehrten Dicken wie diese Drehkräfte hinter einander aufstellte, oder indem man Flüssigkeiten von entgegengesetzten Drehkräften in umgekehrten Gewichtsverhältnissen ihrer isolirten Drehkräfte mit einander mischte. Fresnel hatte diese Relation mit seinen Ideen über das polarisirte Licht verknüpft; es war ihm gelungen sie durch innere Reflexion an klaren nicht krystallisirten Flächen nach gewissen Bedingungen der Succession nachzuahmen; und er hatte selbst eine gewisse Constitution der Moleculargruppen erdacht, welche sie bei flüssigen Körpern erzeugen mufs, so dafs die Ablenkungswerthe, welche er daraus, z. B. beim Terpenthinöl, für die verschiedenen einfachen Strahlen ableitete, sehr nahe mit den von mir durch Versuche gefundenen übereinstimmten. Bis dahin konnte und mufste man sogar diefs Drehungsgesetz als der Natur des Lichtes inhärirend betrachten, wodurch es denn allen mit dieser Wirkungsweise begabten Körpern gemein wurde.

Ich habe immer einige Zweifel an der völligen Strenge dieser Identität gehegt. Die Verschiedenheit der Ablenkungen einfacher Strahlen (ihrer Polarisationsebenen *P.*) in jeder mit diesem Vermögen begabten Substanz schien

sation, die Ansicht von Fresnel mit Stillschweigen übergeht, und es darnach auf dem ersten Blick den Anschein haben könnte, als widersprächen die von ihm neu beobachteten Thatsachen dieser genialen Ansicht, was sie jedoch in der That nicht vermögen. So z. B. ist der jetzt, seiner allgemeinen Gültigkeit nach, umgestofsene Satz, dafs bei gleicher Dicke einer Substanz die Drehungen der Polarisationsebenen für die verschiedenen Strahlen sich umgekehrt wie die entsprechenden Wellenlängen verhalten, von Fresnel nur als eine Erfahrung von Biot aufgestellt, nicht aber als eine Folgerung aus seiner Theorie, nach welcher auch derselbe von jeher weder nothwendig noch wahrscheinlich gewesen ist. *P.*]

mir die gröfste Analogie mit der Verschiedenheit ihrer Brechungen zu besitzen, die, obwohl in allen bisher bekannten unkrystallisirten Substanzen im gleichen Sinn erfolgend, doch verschiedenen Dispersionsgesetzen unterliegen. Allein die aufmerksamste Beobachtung der Farben, die polarisirtes Licht in verschiedenen farblosen, mit dieser Drehkraft begabten Substanzen erzeugt, erlaubte mir nicht, darin so merkliche Unähnlichkeiten zu entdecken, dafs ich hätte behaupten können, sie wären vorhanden.

Endlich gewahrte ich an den Lösungen der Weinsäure ganz andere Drehungsverhältnisse als an allen übrigen Substanzen; diese sonderbare Eigenthümlichkeit, welche darthut, ob der Körper, dem sie angehört, frei oder gebunden zugegen ist, bestärkte mich in meinem lang gehegten Zweifel.

Als ich kürzlich in meinen physikalischen Vorlesungen am Collége de France diese Drehungserscheinungen abzuhandeln hatte, nahm ich die Gelegenheit wahr, diese Aufgabe mit meinen jetzigen vollkommneren Beobachtungsmitteln von Neuem zu untersuchen. Und in der That gelang es mir zu erweisen, dafs das Drehungsgesetz der einzelnen einfachen Strahlen nicht ganz gleich ist in verschiedenen Substanzen; denn mittelst eines sehr einfachen Verfahrens, welches ich sogleich beschreiben will, entdeckte ich darin wahrnehmbare Unterschiede, selbst bei Substanzen, deren Gewichts-Zusammensetzung die gröfste Analogie, wenn nicht eine vollständige Identität besafs.

Das Verfahren ist demjenigen ähnlich, welches man anwendet, um die Verschiedenheit der gewöhnlichen Dispersionskräfte der Körper zu ermitteln. Hiebei beobachtet man zunächst die Brechkraft derselben für einen gewissen bestimmten Strahl des Spectrums; hierauf bildet man aus ihnen Prismen, deren brechende Winkel sich umgekehrt wie diese Kräfte verhalten, so dafs wenn man sie folgweis, aber in umgekehrter Stellung,

auf den gewählten Strahl einwirken läfst, die Ablenkungen desselben sich wechselseitig aufheben. Wenn man dann durch ein System von zwei solcher Prismen einen auf schwarzen Grund gelegten weifsen Körper betrachtet, sieht man sogleich, dafs die Compensation nicht auch für die übrigen Strahlen des Spectrums stattfindet, denn das gebrochene Bild des weifsen Gegenstandes scheint farbig; und die Ordnung der Farben, die es darbietet, ist in der Regel sehr verschieden von der, welche durch eine einzige Brechung erzeugt ward.

Eben so braucht man bei den Drehungserscheinungen nur die absolute Ablenkung zu messen, die einem und demselben bestimmten Strahle durch zwei farblose Flüssigkeiten von entgegengesetzten Drehkräften eingeprägt wird. Wenn das Drehungsgesetz identisch ist für alle einfache Strahlen, so werden alle Elemente des durchgelassenen Strahls gleichzeitig auf ihre ursprüngliche Polarisationsebene zurückgeführt, wenigstens im Fall die Compensation genau ist, und wenn sie es nicht, wie man bei physikalischen Proben immer annehmen mufs, so wird der durchgelassene Strahl immer genau dieselben Farben darbieten, welche er bei dem Dickenübersehufs derjenigen der beiden Substanzen, die vorwaltet, darbieten würde.

Auf diese Weise verfuhr ich mit rectificirtem Terpenthin- und Citronenöl, welche bei den Dicken, die ich anwandte, vollkommen farblos waren. Dann beobachtete ich sie erstlich einzeln in Röhren von bekannter Länge, an einem Tage, welcher nicht hell genug war, um rothes Glas anwenden zu können; ich leitete daraus als näherungsweises Gesetz ab, dafs man, um die Wirkung auf den rothen Strahl zu compensiren, das Terpenthinöl von der Dicke 58 und das Citronenöl von der Dicke 30 nehmen müsse. Diefs ermittelte ich, sowohl indem ich den Strahl successiv durch Schichten beider Oele von 58 und 30 Dicke gehen liefs, als auch durch ein Gemisch von beiden Oelen in dem angegebenen Ver-

hältnifs in einem einzigen Rohr; denn da diese Wirkung molecular ist, so ist es, so lange die Atomen-Gruppen keine chemische, ihre Constitution störende Reaction, auf einander ausüben, einerlei für das Licht, ob sie zusammengemischt oder einzeln in verschiedenen Röhren enthalten sind. Diese beiden Verfahrungsarten ergaben in der That eine sehr genäherte Compensation, doch keine vollständige, auch keine für alle Strahlen gültige. Sichtbar waltete das Citronenöl vor; allein der kleine Ueberschufs seiner Wirkung erzeugte bei verschiedenen Azimuthen des Krystallprismas schwache Farbenveränderungen, welche durch ihre relative Reihe und Intensitäten keine Beziehung hatten mit denen, die irgend eine kleine Dicke dieses Oels erzeugt haben würde. Um die Schwäche dieser Art von Dispersion deutlich zu erweisen, bildete ich ein anderes Gemeng, worin das Terpenthinöl vorwaltete, nämlich 71 Volumtheile statt 58 desselben auf 30 Citronenöl. Alsdann wurde der Ueberschufs der Wirkung auf Seite des Terpenthinöls so stark, dafs die Verschiedenheit der Drehungsgesetze für das Auge merkbar wurden, so dafs, wenigstens für die sorgfältigste Untersuchung, die resultirenden Farben natürlich so erschienen seyn würden, wie sie eine kleine Dicke Terpenthinöl durch ihre alleinige Wirkung erzeugt haben müfste.

Als am andern Morgen der Himmel sich aufgeklärt hatte, konnte ich die beiden Oele durch ein mit Kupferoxydul roth gefärbtes Glas betrachten. Ich bestimmte demnach genau das Verhältnifs ihrer Compensation, und fand es wie 30 : 60,27 für den vom Probeglase durchgelassenen rothen Strahl, welcher Werth wenig verschieden ist von dem, den mein erster Versuch gegeben hatte, gegründet auf die Aufnahme einer sehr nahen Identität der Drehungsgesetze in beiden Oelen. Als ich diefs neue Verhältnifs in Gegenwart mehrer geschickter Beobachter, die mich in meinen Vorlesungen unterstützen, prüfte, fanden wir in der That, dafs die Compensation der Drehun-

gen, obwohl angenähert für alle Strahlen, doch weder vollständig noch allgemein war. Denn erstlich, wenn der Hauptschnitt des Krystallprismas mit der ursprünglichen Polarisationsebene zusammenfiel, erzeugte sich ein aufserordentliches Bild von violettblauer, dunkler, von Roth ziemlich freier Farbe, und wenn man das Prisma aus dieser Stellung ein wenig nach der Rechten oder Linken drehte, veränderte sich die Farbe in Bezug auf die Brechbarkeit in entgegengesetzter Weise, Erscheinungen, wesentlich verschieden von denen, die eins der Oele für sich erzeugt haben würde. Diese Farbenveränderungen waren nur bei kleinen Drehungen des Prismas sichtbar, wie wenn sie einem System nach sehr wenig verschiedenen Richtungen polarisirter Strahlen angehörten. Wenn man etwas mehr drehte, besonders nach der Linken, verschwand die Färbung der Bilder gänzlich.

Ich gebe hier die Elemente der Beobachtungen, die ich vorläufig mit rothem Glase angestellt habe, um zu zeigen, wie ich daraus das Compensationsverhältnifs der Volume herleitete; vorausgesetzt jedoch, dafs die beiden gemengten Flüssigkeiten wenigstens während der kurzen Zeit, dafs man ihr totales Volum in Einer getheilten Röhre mafs, keine merkliche Condensation oder Dilatation auf einander ausübten. Wenn diefs geschähe, müfste man wägen. Ich habe der Tafel das Azimuth der violettblauen Farbe hinzugefügt, welches der Drehung des gelben Strahls im Bergkrystall, im Rohrzucker, und allgemein in allen Substanzen, welche sich genau nach dem umgekehrten Verhältnifs des Quadrats der Accesse richten, entspricht. Bei diesen Substanzen verhält sich das besagte Azimuth zur Drehung des durch Kupferoxydul roth gefärbten Strahls wie 30 zu 23; diefs erlaubt dann, statt der Beobachtung des einfachen Roth, die weit leichtere jenes violetten Blau anzuwenden, und diefs Violett ist um so leichter und genauer zu bestimmen, als es unmittelbar zwischen einem blauen und einem rothen Bilde

liegt, welche in dem Zwischenraum von einigen Graden auf einander folgen. Nun ist hiebei das Verhältnifs der entsprechenden Azimuthe nicht mehr $\frac{3}{3}\frac{3}{0}$ in den beiden Oelen; allein es weicht von diesem Werthe bei dem einen in Plus, bei dem andern in Minus ab, was unstreitig ein günstiger Umstand ist, um die Ungleichheit der Dispersionen, welche sie durch ihre drehenden Wirkungen auf das polarisirte Licht hervorbringen, deutlicher zu machen.

| Oele. | Röhrenlänge. | Beob. Drehung der Polarisations-Ebene des rothen Strahls: $\alpha$. | Beob. Azimuth, worin d. aufserordentl. Bild violettblau ist: $a$. | Verhältnifs $\frac{\alpha}{a}$ in Dreifsigstel. |
|---|---|---|---|---|
| | mm. | | | |
| Terpenthin | 341,6 | $-90°,567$ | $-119°$ | $\frac{22,83}{30}$ |
| Citronen | 168,5 | $+89,750$ | $+115$ | $\frac{23,41}{30}$ |

Um aus diesen Zahlen für den durchgelassenen Strahl des rothen Glases das Compensationsverhältnifs zu finden, mufs man zunächst die Drehungen berechnen, die dieser Strahl durch eine ein Millimeter dicke Schicht von beiden Oelen erleidet; diese sind für das Terpenthinöl $\frac{90°,567}{341,6}$, und für das Citronenöl $\frac{89°,750}{168,5}$. Da diese letztere Zahl gröfser ist als die erste, so wollen wir die anzuwendende Dicke des Citronenöls durch Eins bezeichnen, und die Dicke des Terpenthinöls, welche die so bei dem Normalstrahl bewirkte Drehung compensirt, durch $x$. Die Bedingung zu dieser Compensation wird dann seyn:

$$x \cdot \frac{90,567}{341,6} = \frac{89,750}{168,5}$$

woraus sich für das Dickenverhältnifs ergiebt:

$$x = \frac{341,6}{168,5} \cdot \frac{89,750}{90,567} = 2,009 = \frac{60,27}{30}$$

genau, wie ich's oben angab.

Vielleicht ist's nur zufällig, aber dennoch bemerkenswerth, dafs das Compensationsverhältnifs gerade das umgekehrte von dem der Atomenverdichtung in beiden Oelen ist. Bekanntlich bestehen beide aus Kohlenstoff und Wasserstoff genau in demselben Verhältnifs, aber diese Elemente sind im Terpenthinöl doppelt verdichtet, denn nach Hrn. Dumas's Analyse hat diefs Oel die chemische Formel $C_{20}H_{32}$, das Citronenöl dagegen die: $C_{10}H_{16}$. Bei einer noch vollständigeren Reinigung des Oels oder selbst noch sorgfältigerer optischen Beobachtung verschwindet vielleicht der kleine Bruch 0,009 in der Compensation.

Die Verschiedenheit der Drehungsgesetze für die einzelnen einfachen Strahlen in verschiedenen Substanzen ist also durch die obigen Versuche wohl festgestellt. Wiewohl sie bei den beiden untersuchten Oelen nur klein ist, so ist doch das Vorhandenseyn derselben wichtig für die Theorie des Lichts. Denn alsdann kann man die Drehungsverhältnisse der einfachen Strahlen unter sich nicht mehr aus einer speciellen Eigenschaft des Lichtstoffs (*principe lumineux*) erfolgen lassen, wie man es bisher glauben durfte (? *P.*), sondern man mufs noch eine verschiedenartige Abänderung der Drehung durch die eigne Wirkung der Moleculargruppen zu Hülfe nehmen. Es giebt hier also eine specielle Bedingung, die von den das Licht fortpflanzenden Mitteln abhängt und der Dispersion bei der gewöhnlichen Brechung analog ist. Eine Eigenthümlichkeit gleicher Art ist in der Wirkung dünner Krystallblättchen auf das polarisirte Licht vorhanden. Denn gleich bei der ersten Untersuchung dieser Erscheinungen fand man bei mehren Substanzen periodische Abwechslungen, die den Längen der Newton'schen Accesse für die einfachen Strahlen beinahe proportional waren; und die Wellenlehre, welche diese Wechsel auf eine eben so innige als sinnreiche Weise auf das Interferenzprincip bezog, hat sie allgemein als proportional

den entsprechenden Wellenlängen angenommen. Allein seit der Zeit hat man Krystalle entdeckt, welche sich von dieser Gleichförmigkeit der Relation ganz entfernen, so dafs auch in diesem Falle die specielle Natur des Mittels hinzukommen mufs, um die Wirkungen auf die verschiedenen Lichtstrahlen zu particularisiren. Es ist nützlich diese delicaten Specialitäten zu signalisiren, wenn die Erfahrung sie wahrnehmen und mit Genauigkeit festsetzen läfst. Denn es sind eben so viele charakteristische Bedingungen, welche die vorausgesetzte Constitution des Lichtstoffs (*principe lumineux*) erfüllen mufs, um eine physische Wahrheit zu werden; und so ist die Kenntnifs derselben uns nothwendig, um unsere Begriffe über diesen schwierigen Gegenstand zum Range von Realitäten zu erheben.

## XV. *Ueber die Polarisation der Wärmestrahlen durch progressive Drehung; von den HH. Biot und Melloni.*

(*Compte rendu etc. No.* 8 *p.* 194.)

Nachdem Hr. Melloni bestätigt, dafs alle Wärmestrahlen irdischer Abkunft durch doppelte wie einfache Brechung gleich gut und vollständig polarisirbar sind, und Hr. Forbes neuerlich gefunden, dafs ihre Polarisation, wie die des Lichts, durch eine zweimalige totale Reflexion verändert wird [1]), glaubten wir, dafs diese Wärmestrahlen auch für die Einwirkung derjenigen Substanzen empfindlich seyen, welche die Polarisationsebenen der verschiedenen Lichtstrahlen nach der Rechten oder nach der Linken des Beobachters drehen; und in der That ist diefs auch der Fall.

1) S. Annal. Bd. XXXVII S. 501.

Allein der Nachweis dieser Eigenschaften erfordert einige Vorsichtsmafsregeln. Bei den Lichtstrahlen ist die Drehung der Polarisationsebenen ein progressives Phänomen, welches in jedem Mittel mit der Dicke der durchwanderten Schicht zunimmt. Wenn es sich also um Wärmestrahlen handelt, mufs man, um sie zu beobachten, die gleichfalls progressive, aber ungleiche Absorption vermeiden, welche diese Schicht auf sie ausübt. Diefs ist uns gelungen durch Vereinigung zweier Umstände, welche die Erscheinungen weit deutlicher zu machen helfen. Zunächst haben wir die Wärmefluth zu einem sehr dichten Bündel von parallelen Strahlen (*filets*) vereinigt, indem wir sie durch eine Steinsalzlinse brachen, deren Brennpunkt mit der Wärmequelle zusammenfiel, wie es Hr. Melloni für seine Polarisationsversuche erdacht hat. Hierauf haben wir unter den Substanzen, welche die Polarisationsebenen der Lichtstrahlen ablenken, diejenige ausgesucht, welche diefs Vermögen in hohem Grade besitzt, die Wärmestrahlen aber am wenigsten absorbirt. Diefs ist der Bergkrystall, senkrecht gegen die Axe seiner Doppelbrechung geschnitten. Wir hatten dabei noch den Vortheil, bei diesem Krystalle Platten zu finden, welche die Drehkraft nach der Rechten und nach der Linken in gleicher Stärke besafsen.

Das so zubereitete Wärmebündel ward, so wie es Hr. Forbes erdacht hat, durch zwei gegeneinander rechtwinklig gestellte Säulen von dünnen Glimmerblättchen geleitet. Die nächste Säule an der Quelle hatte ihre Einfallsebene vertical, die andere horizontal. Bestehen die Säulen aus einer hinreichenden Anzahl von Blättchen, so müfste die erste, der Quelle nächste, die Wärmefluth nach einer einzigen Richtung polarisiren, und die zweite Säule müfste dieselbe vollständig reflectiren, so dafs der thermoskopische Apparat durchaus nichts von ihr empfangen würde. Aus leicht begreiflichen Gründen wird diefs aber in aller Strenge niemals der Fall seyn. Die erste Säule

läfst immer einen gewissen Antheil der einfallenden Wärme durch, ohne sie zu polarisiren, und die zweite kann daher einen Theil derselben aufnehmen und zum Thermoskop verpflanzen. Allein dieser Rückstand läfst sich mit Leichtigkeit messen, und verhindert nicht das Auftreten der Erscheinungen, welche wir untersuchen wollen. Im Gegentheil dient er dazu, die Wirkungen der bloſsen Absorption zu unterscheiden von denen, welche man der drehenden Kraft zuschreiben mufs. Denn, wenn man zunächst die Bergkrystallplatten hinter dem System der gekreuzten Säulen aufstellt, giebt die Schwächung der durchgelassenen Wärmemenge denjenigen Antheil an, welcher durch die bloſse Dazwischensetzung der Platten aufgefangen worden ist; und wenn man sie darauf wieder zwischen die beiden Säulen stellt, hat man den combinirten Effect dieser Dazwischensetzung und der drehenden Einwirkung der nämlichen Platten auf die Polarisationsebenen der Wärmestrahlen; so dafs diese Einwirkung, wenn sie vorhanden ist, sich aus dem Unterschied der in beiden Fällen beobachteten Resultate angiebt.

Wir haben zunächst eine Bergkrystallplatte genommen, welche die Polarisationsebenen nach der Rechten ablenkte; ihre Dicke betrug 7,5 Millimeter. Die Ablenkung, welche diese Platte bewirkte, betrug also, nach dem in den *Mémoires de l'academie pour* 1817, *p.* 58, aufgestellten Gesetz, für die äufsersten rothen Strahlen des Spectrums 131° und für die äufsersten violetten 331°. Sie prägte also diesen Polarisationsebenen schon eine beträchtliche Dispersion ein, und gerade deshalb wählten wir sie, in der Hoffnung, dafs sie die Polarisationsebenen der Wärmestrahlen eben so zerstreuen würde. Denn, wenn ihr Einfluſs sich auch auf diese Strahlen erstreckte, so mufste sie, zwischen die Säulen gestellt, die durch die erste Säule vereinigten Ebenen drehen und dispergiren, und so das modificirte Bündel geeigneter machen, die zweite Säule zu durchdringen. Und dieſs geschah

auch. Der thermoskopische Effect verdoppelte sich bei dieser neuen Stellung der Platte, und überdiefs behielt er einen genau constanten Werth, als man die Platte, in ihrer eigenen Ebene, um ihre Krystallaxe drehte, was zeigt, dafs die Doppelbrechung hier ohne Einflufs war auf das beobachtete Resultat. Und weit entfernt, dafs sie dieses hätte erzeugen können, würde sie, wenn sie mitgewirkt hätte, d. h. wenn die Wärmefluth nicht genau in Richtung der Krystallaxe durch die Platte gegangen wäre, dasselbe geschwächt oder gar ganz vernichtet haben; diefs liefs sich bei der Einrichtung unseres Apparats leicht nachweisen, wenn man die Platte durch eine horizontale Drehung auch nur ganz wenig von der senkrechten Incidenz ablenkte. Denn in welchem Sinne diese Drehung auch geschah, so bewirkte die Schiefheit des Einfalls sogleich eine Doppelbrechung der Wärmefluth, wobei das durch die erste Säule polarisirte Bündel ganz die ordentliche Brechung erlitt, und so, genau oder fast genau, unter denselben Umständen zu der zweiten Säule, gelangte wie wenn die Krystallplatte nicht vorhanden war.

Nach diesen Vorbereitungen stellten wir hinter dieser ersten Platte, aber noch zwischen den Säulen, eine zweite Platte von gleicher Dicke auf, die ebenfalls senkrecht gegen die Krystallaxe geschnitten war, aber die Drehkraft in entgegengesetzter Richtung, d. h. nach der Linken des Beobachters, besafs. Aufserhalb des polarisirenden Systems verringerte diese zweite Platte den Wärmedurchgang um eine kaum merkliche Gröfse; allein zwischen den Säulen, hinter der ersten Platte, schwächte sie diesen Durchgang sieben bis acht Mal mehr, reducirte ihn so, wie wenn diese beiden Platten nicht vorhanden gewesen wären. Diese zweite Platte führte also die Polarisationsebenen der Wärmestrahlen gröfstentheils auf die ursprüngliche, ihnen durch die erste Säule gegebene Richtung zurück, welche sie in der ersten Platte verloren hatten; und folglich wirkten die beiden Platten auf

diese Strahlen wie auf das Licht in entgegengesetzter Weise. Die Wiederherstellung würde vollständig gewesen seyn, wenn es die von der ersten Säule bewirkte Polarisation gewesen wäre, und wenn man die Axen beider Platten mittelst eines getheilten Apparats hätte ganz genau in eine gerade Linie stellen können.

Wenn die beiden eingeschalteten Platten, statt in entgegengesetzter, in gleicher Richtung gewirkt hätten, würde, dem Obigen zufolge, die Dispersion der Polarisationsebenen, und folglich auch der Durchgang der Wärme durch die zweite Säule vergrößert worden seyn. Um dieſs zu sehen, haben wir die zweite Platte fortgenommen, und sie durch eine andere ersetzt, die fast gleiche Dicke mit der an ihrer Stelle gelassenen, und eine gleichsinnige Drehkraft wie diese besaſs. Durch diese beiden Platten war der Wärmedurchgang stärker als durch die erste allein, wie wir es vorher gesehen.

Um endlich diese Folgerung vollständig zu verwirklichen haben wir zwischen die Säulen eine einzige 41 Millimeter dicke Platte eingeschaltet, welche, wenn man weiſses polarisirtes Licht durch sie gehen lieſs [1]), die Polarisationsebenen der Lichtstrahlen bis zu dem Grade dispergirte, daſs sie zwei fast farblose und gleich starke Bilder gab. Eben so wirkte diese auf die Wärmestrahlen. Denn nicht bloſs wurde durch ihre Einschaltung der Wärmedurchlaſs der zweiten Säule plötzlich in groſsem Maaſse verstärkt, sondern man konnte auch diese zweite Säule konisch um die Axe des durchgelassenen Bündels drehen, und ihr dabei alle möglichen Stellungen, parallele oder rechtwinkliche, gegen die erste Säule geben, ohne daſs die durchgelassene Wärmemenge aufhörte constant zu seyn. Die dicke Platte hatte nämlich die

1) Diese Platte war genau senkrecht gegen die Axe und in ihrer ganzen Dicke regelmäſsig krystallisirt, wie es sich aus den vielen und sehr deutlichen Ringen ergab, welche sie mit der Flamme des gesalzenen Alkohols zeigte.

ihr nach einer einzigen Richtung polarisirt zugekommene Wärmefluth auf den natürlichen Zustand zurückgeführt.

Die vorherigen Versuche beweisen, dafs die Polarisationsebenen der Wärmestrahlen ungleich abgelenkt werden durch dieselben physischen Actionen, welche die Polarisationsebenen der Lichtstrahlen ungleich ablenken; und es ergiebt sich daraus für diese Strahlen ein neuer specifischer Charakter, welcher wahrscheinlich, wie beim Licht, mit der Brechbarkeit verknüpft ist. Wir haben uns vorgenommen, diesen Charakter in seinem Detail zu studiren, und besonders nachzusehen, ob in den mit Drehkräften begabten Substanzen die Polarisationsebenen eines jeden Wärmestrahls proportional dem in der Substanz zurückgelegten Wege abgelenkt werden, wie es beim Lichte der Fall ist. Um diese Messungen anzustellen, haben wir uns jedoch erst getheilte Apparate verfertigen zu lassen; erst dann können wir untersuchen, ob auch Flüssigkeiten die drehende Polarisation auf die Wärmestrahlen ausüben.

Hier noch das Detail der vorhin beschriebenen Versuche:

| | Ablenkungen der Galvanometernadel. |
|---|---|
| Die beiden gekreuzten Glimmersäulen für sich [1]) | 7°,50 |
| Hinter den Säulen, eine Bergkrystallplatte, dick $7^{mm},5$ | 6 ,35 |
| Hinter den Säulen, zwei Bergkrystallplatten, jede $7^{mm},5$ dick | 5 ,80 |
| Zwischen den Säulen, eine rechts drehende Bergkrystallplatte, dick $7^{mm},5$ | 12 ,28 |
| Zwischen den Säulen, zwei entgegengesetzt drehende Bergkrystallplatten, jede $7^{mm},5$ | 8 ,40 |
| Zwischen den Säulen, zwei rechtsdrehende Bergkrystallplatten, gesammte Dicke $=7^{mm},5+5^{mm}$ | 15 ,55 |
| Zwischen den Säulen, eine rechts drehende Bergkrystallplatte, dick $41^{mm}$ | 23 ,19 |

1) Diese Säulen gebrauchte schon Hr. Melloni zu seinen Polarisationsversuchen. Durch Vergleich ihres Wärmedurchlasses in den

Wir haben auch einige Versuche mit der von einem schwarzen undurchsichtigen Glase durchgelassenen Wärme der Locatellischen Lampe angestellt, und uns dabei überzeugt, wie es natürlich zu vermuthen stand, dafs auch bei diesen dieselben Phänomene stattfinden. Es ist jedoch wahrscheinlich, dafs diese durchgelassene Wärme weniger heterogen als die directe Wärme ist, und dann werden die Polarisationsebenen ihrer Strahlen auch weniger der Dispersion fähig seyn. Allein diese Details lassen sich nur ermitteln, wenn man die Säulen in verschiedene Azimuthe um den durchgelassenen Wärmebündel stellt, und dazu ist ein getheilter Apparat unumgänglich.

## XVI. *Notiz über eine dem Cyaneisenammoniumsalmiak analog zusammengesetzte Verbindung; von Dr. C. Himly und Dr. R. Bunsen.*

Das aus Cyaneisenammonium und Salmiak bestehende Tripelsalz, welches einer von uns bei einer früheren Gelegenheit beschrieben hat, liefert das einzige Beispiel der Verbindung von einem Doppelcyanür mit einer Chlorverbindung. Es liefs sich indessen vermuthen, dafs auch das Bromammonium, so wie auch das Jodammonium und Cyanammonium ähnliche Verbindungen bilden würden. Diese Vermuthung hat sich indessen nur bei dem Bromammonium bestätigt. Da dieser Körper das Blutlaugensalz nicht in dem Mafse, wie der Salmiak, zersetzt, so erhält man das erwähnte Salz nur durch gemeinschaftliches Krystallisi-

beiden Stellungen, der parallelen und der rechtwinklichen, fand sich, dafs sie 0,85 der vorne einfallenden Wärme polarisirten.

lisiren einer Auflösung von Bromammonium und Cyaneisenammonium in Wasser. Es gleicht sowohl in seinem Aeufseren als auch in seiner Zusammensetzung, welche durch die Formel $\dot{N}H^4Br + 2\dot{N}H^4Cy + FeCy$, oder vielleicht $\left.\begin{matrix}\dot{N}H^4Br \\ 2\dot{N}H^4Cy\end{matrix}\right\}$ TeCy ausgedrückt werden kann, dem Cyaneisenammonium-Salmiak auf das Vollkommenste.

Es besitzt eine weingelbe Farbe, krystallisirt sehr leicht mit lebhaft glänzenden, aber gewöhnlich gekrümmten Flächen, ist an der Luft vollkommen beständig, zersetzt sich aber beim Kochen, decrepitirt beim Erhitzen und hinterläfst nur reines Eisenoxyd beim Glühen an der Luft. Im Wasser ist es leicht auflöslich. Aus dieser Auflösung krystallisirt es in spitzen Rhomboëdern, welche mit dem Cyaneisenammonium-Salmiak isomorph sind, und sich in der bei diesem vorkommenden Form $TA\frac{1}{4}$ darstellen [1]), indem nicht selten die bei dem Salmiaksalze als primär angenommenen Flächen als gleichwinkliche Abstumpfungen der Seitenkanten dieses $TA\frac{1}{4}$ Rhomboëders noch hinzutreten.

Die Vergleichung der Winkel dieses Salzes, welche wegen der gekrümmten Flächen nicht eben sehr genau mit dem Reflexionsgoniometer gemessen werden konnten, ergab folgendes Resultat:

| | Cyaneisenammonium-Salmiak. | Cyaneisenammonium-Bromammonium. |
|---|---|---|
| (1) x—P | 126° 59′ | 127° 8′ |
| (2) P—P′ | 105 50 | 105 15 |
| (3) P—P | 75 38 | 75 30 |

Das beschriebene Salz läfst sich unter derselben Form zusammengesetzt denken, wie die Verbindungen von Sauerstoffsalzen mit Chloriden, so dafs in diesem Falle das Sauerstoffsalz als durch ein Cyansalz ersetzt angesehen

1) Vergl. diese Annalen, Bd. XXXVI S. 404, (1) daselbst Fig. 9, (2) (3) Fig. 6.

werden kann. Wenn auch diese Analogie zwischen den Sauerstoffsalzen und den Doppelcyanüren ohne besonderes Interesse erscheinen möchte, so dürfte es doch beachtenswerth seyn, dafs das Chlorammonium und Brom-ammonium auch in ihren anisometrisch krystallisirenden Verbindungen auf ähnliche Weise isomorph erscheinen, wie es Einer von uns für das Cyankalium und Cyanammonium nachgewiesen hat.

## XVII. *Ueber eine Purpurfarbe zum Druck auf feine Fayence; von Hrn. Alex. Brongniart.*

Die englischen Fayencemacher verzieren seit mehren Jahren ihre schöne Fayence, genannt Iron-stone, durch Figuren, die mit einer sehr angenehmen purpurnen Rosenfarbe, genannt *Pink-colour*, darauf gedruckt werden. Sie halten aber die Zusammensetzung dieser Farbe geheim. Da ich von Hrn. Brétigny, Porcellan- und Fayencefabrikanten zu Tournay eine gewisse Menge von derselben erhalten hatte, bat ich Hrn. Malaguti, Chemiker an der K. Porcellanmanufactur zu Sèvres, dieselbe zu zerlegen und nachzumachen.

Seine Analyse der *Pink-colour* gab folgende Resultate: Zinnsäure 78, Kalk 15, Kieselerde 3 bis 4, Thonerde 2, Chromoxyd 0,5, chromsauren Kalk oder chromsaures Kali 0,2½.

Als er diese Stoffe auf das was wesentlich ist für die Zusammensetzung reducirte, nämlich auf:

| | |
|---|---|
| Zinnsäure | 100 |
| Kreide | 34 |
| Chromoxyd | 1 bis 1¼ |
| Kieselerde | 5 |

und sie durch starkes Glühen mit einander verband, er-

hielt er eine Farbe, die wenigstens eben so schön war als die englische *Pink-colour.*

Die Richtigkeit seiner Analyse und Synthese ist durch den Gebrauch erwiesen, den man von dieser Farbe in der schönen Fabrik von Fayence (*dite porcelaine opaque*) des Hrn. Louis Leboeuf zu Montereau gemacht hat. Der industrielle Zweck der Manufactur zu Sèvres war erfüllt; allein es blieb noch übrig dem rein wissenschaftlichen zu genügen, nämlich die Theorie dieser rothen Färbung des Chroms festzusetzen. Es ist nicht nur dieſs Hrn. Malaguti gelungen, sondern derselbe hat auch eine andere Purpurfarbe aufgefunden, die mit Leichtigkeit zur Oelmalerei benutzt werden kann, und dem Lack ähnelt, jedoch eine Dauerhaftigkeit besitzt wie keine Farbe thierischen Ursprungs. Er nennt diese Farbe *Minerallack.* (*Compt. rend.* 1836, *No.* 17 *p.* 409. — Von letzterer Farbe, so wie von Geschirren, die mit der nachgemachten *Pink-colour* verziert waren, legte Hr. B. Proben vor.)

## XVIII. *Künstliche Perlmutter.*

In einer neueren Sitzung der Pariser Academie zeigte Hr. Arago eine von Hrn. Horner, Mitglied der K. Londner Gesellschaft, übersandte Substanz vor, welche man, nach ihrer blättrigen Beschaffenheit, ihrem Glanz und ihrem Farbenspiel leicht für das Bruchstück einer Muschel halten könnte, welche aber dennoch ganz andern Ursprungs ist. Sie ist nämlich nichts als eine Incrustation, gebildet auf der inneren und äuſseren Oberfläche eines hohlen Cylinders, der zum Waschen der mit Kalkwasser gesottenen Zeuge dient. Dieser Cylinder, einer von jenen, die man Waschräder (*dash-wheels, roues-battoirs*) nennt, hält etwa sieben Fuſs im Durch-

messer, und ist in vier Zellen getheilt, mittelst zweier Scheidewände, die durch die Axe gehen und sich rechtwinklig kreuzen. Er macht 22 Umläufe in einer Minute. Die Zeuge werden mit reinem Wasser in eine der Zellen gebracht, und das Rad wirft sie nach einander gegen die drei Wände. Die Operation ist innerhalb 10 Minuten beendigt.

Als Hr. Horner den Cylinder zuerst sah, war er bereits 10 Jahre im Gebrauch. Die Incrustation an der innern Wand war kaum über eine Linie dick; nur nahe der Oeffnung, durch welche man die Zeuge einbringt, war sie etwas stärker. Diese innere Schicht hatte den Glanz und die Farbe von polirtem Kupfer; ihre Bildung hatte erst nach dem zweiten Jahre angefangen; die der äufseren zeigte sich sechs Monate später.

Diese Substanz ist leicht in dünne Blättchen theilbar, und über einer Lichtflamme schwärzt sie sich und verbreitet den eigenthümlichen Geruch von thierischen Substanzen beim Verbrennen. Beim Erwärmen lösen sich die Blättchen ab, und krümmen sich, wie es Hornspäne thun. Vor dem Löthrohr theilt sie sich in noch dünnere Blättchen, die sich weifs brennen und verglasen. Bei Benässung eines solchen Theilchens in der Hand fühlt man Wärme, wie wenn man ein Stück Aetzkalk befeuchtet hätte. Der innere Ueberzug weicht nur in sofern vom äufseren ab, als er einen gröfseren Antheil thierischer Substanz enthält und sich in noch dünnere Lamellen theilt; sonst besitzt er eine eben so schöne Politur.

Aus dem Obigen ersieht man leicht den Ursprung des kohlensauren Kalks, der den Hauptbestandtheil dieser Incrustation ausmacht. Was die thierische Substanz betrifft, von welcher die falbe Farbe und zum Theil das Gefüge derselben herrührt, so war deren Quelle nicht eben so klar. Hr. Horner hat gefunden, dafs sie von der Leimung der Zeuge abstammt. Alle in dieser Manufactur angewandten Zeuge sind nämlich mit Maschinen

gemachte, zu deren Einschlag man ein Gemeng von gleichen Theilen Leim und Kleister anwendet.

Bei einer optischen Untersuchung dieser sonderbaren, von Hrn. Horner entdeckten Substanz, hat Hr. Brewster gefunden, dafs sie durchscheinend ist und doppelbrechend nach Art des Achats, der Perlmutter u. s. w., d. h. dafs eins der Bilder vollkommen deutlich ist, das andere aber von sehr viel diffusem Licht begleitet wird; dafs sie nur eine einzige Axe doppelter Strahlenbrechung besitzt; dafs die Doppelbrechung sehr grofs und negativ ist; dafs die Filamente, von denen der irisirende Reflex nach allen Richtungen entspringt, von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit sind. Das specifische Gewicht dieser Substanz ist 2,44. Sie ritzt den Gyps und wird vom Kalkspath geritzt. Ihre Krystallform gehört zum rhomboëdrischen System.

(*Compt. rend.* 1836, *No.* 19 *p.* 476.)

## XIX. *Vorläufige Mittheilungen über das wirkliche Vorkommen fossiler Infusorien und ihre grofse Verbreitung; von Ehrenberg.*

(Nach einem Vortrag in der K. Academie der Wissenschaften zu Berlin, am 7. Juli d. J.)

[Hierzu eine Tafel mit Abbildungen. Taf. III.]

Im Monat April dieses Jahres theilte ich der Academie mit [1]), dafs die Infusorien der Carlsbader Mineralquellen eine überraschende Eigenthümlichkeit erkennen lassen, weil sie dieselben Arten sind, welche im atlantischen Meere der französischen Küste und im baltischen

1) Vergl. Bericht über die Verhandl. der K. Acad. d. Wissensch. zu Berlin, 1836, S. 36, 50 und 55 und Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, 1836, S. 240.

Meere vorkommen. Ich verdankte dieſs Resultat der Güte des Besitzers der Porzellanfabrik in Pirkenhammer bei Carlsbad, Hrn. Christian Fischer, welcher auf meine Bitte mir dergleichen Wasser mit den lebenden Thierchen nach Berlin überbrachte. Um das Resultat noch vollständiger und vielseitiger zu verfolgen, erbat ich mir noch eine Sendung, und erhielt sie vor 14 Tagen in gutem Zustande.

Zugleich meldete mir Hr. Fischer unterm 20. Juni, daſs er selbst eine auffallende Beobachtung dabei gemacht. Er hat nämlich bemerkt, daſs der im Torfmoore, bei Franzenbad, unweit Eger in Böhmen, vorkommende, von Herrn Radig (nicht Stadig) in den von den Herren v. Gräfe und Dr. Kalisch herausgegebenen Jahrbüchern für Deutschlands Heilquellen u. s. w. 1836, S. 193, angezeigte Kieselguhr fast ausschlieſslich aus Panzern von Naviculis bestehe, und einem durch vulkanische Hitze geglühten Meeresgrunde seinen Ursprung zu verdanken scheine. Zugleich mit der Nachricht sendete mir Hr. Fischer das vorliegende, von mir dem Königlichen Mineralien-Cabinet übergebene, ursprünglich etwas über 2 Z. lange, 11 Lin. breite und 9 Lin. hohe Stück dieser fossilen kieselerdigen Masse, mit dem Ersuchen, die Thierformen zu bestimmen, und seine Beobachtung samt meinen Resultaten irgendwo zu publiciren.

Ich glaube, daſs das Resultat dieser Vergleichung sich eignet einen besonderen nur noch vorläufigen Bericht darüber abzustatten.

Zuvörderst bestätigte die mikroskopische Prüfung sogleich die Beobachtung des Hrn. Fischer, daſs der Franzensbader Kieselguhr fast ausschlieſslich aus Naviculis besteht, und die groſse Durchsichtigkeit und Reinheit der kleinen Kieselpanzer machte es allerdings wahrscheinlich, daſs ein intensives Glühen ihre Zusammenhäufung aus einer voluminöseren verbrennlichen Substanz bewirkt habe. Allein die Meinung, daſs sie einem Meeresboden

angehört haben, wurde unwahrscheinlich, weil die Hauptmasse der Formen, sowohl der Gestalt und Gröfse, als der Anzahl der inneren Streifungen nach, sehr genau mit der noch in allem Süfswasser bei Berlin und anderweitig sehr verbreiteten Navicula viridis übereinstimmt. Ferner liefsen sich in der Probe des Torfmoors selbst allerdings ebenfalls Naviculae erkennen, doch waren es meist andere, obwohl ebenfalls noch lebend vorkommende Arten, und in einem ganz anderen Zahlenverhältnifs zu einander, überhaupt auch nur in verhältnifsmäfsig sehr geringer Menge in gleichem Raume.

Es wurden hierauf die im Königlichen Mineralien-Cabinet befindlichen Original-Exemplare des von Klaproth chemisch analysirten Kieselguhr von Isle de France und dessen Bergmehl von San Fiore in Toscana, welche noch mit Klaproth's handschriftlicher Bezeichnung versehen sind, mikroskopisch untersucht. Es fand sich, dafs auch diese ganzen Substanzen fast ausschliefslich aus sehr vielen verschiedenen Formen fossiler Infusorien bestehen, so dafs der sämmtliche, von Klaproth angegebene Kieselerdegehalt auf Rechnung der Infusorien-Schalen zu bringen ist.

Bereits im Jahre 1834 machte ich der Academie die im Anhange zum dritten Beitrage für die Organisation im kleinsten Raume gedruckte Anzeige, dafs die von dem damaligen Apotheker, jetzt Gymnasial-Lehrer, Herrn Kützing, gemachte Entdeckung, dafs die Panzer der Bacillarien aus Kieselerde bestehen, nach von mir und Hrn. Heinrich Rose veranstalteter Prüfung, sowohl derselben als noch anderer lebender Formen, vollkommen sicher sey. So bestätigt denn diese neue Beobachtung des Hrn. Fischer und meine Untersuchung der von Klaproth analysirten Kieselguhre jene Thatsache von Neuem.

Da das Interesse dieser Erscheinungen ein sehr grofses zu seyn schien, so verglich ich viele andere kiesel-

haltige und erdige Substanzen des Königl. Mineralien-Cabinets, welches Hr. Weifs mir gütigst zur Disposition stellte, ohne dafs ich jedoch den gesuchten Gegenstand weiter fördern konnte. Zur glücklichen Stunde fiel mir aber ein, dafs solche Kieselpanzer, dem kieselhaltigen Schachtelhalme, Equisetum, gleich, vielleicht als Polirmittel in technischem Gebrauche seyn könnten. Ich kaufte daher die verschiedenen Tripelsorten und Pólirerden der Berliner Materialisten zur Untersuchung. Zuerst betrachtete ich den gemeinen Tripel oder Blättertripel, und sogleich erkannte ich, dafs er ebenfalls nur und allein aus Infusorien-Schalen besteht. Alle übrigen waren verschiedener, unorganischer Natur. Eine Vergleichung dieses verkäuflichen, angeblich vom Harz und von Dresden zu beziehenden Blättertripels mit den wissenschaftlich geordneten Tripelarten des K. mineralogischen Museums liefs erkennen, dafs dieser sogenannte Blättertripel offenbar ein und dasselbe Gestein sey, welches als Polirschiefer von Werner in die Mineralogie als besondere Species aufgenommen und seitdem fortgeführt worden ist. Die vom Kritschelberge bei Bilin vorhandenen Proben zeigten sowohl äufserlich als in den sie constituirenden Infusorienformen so völlige Gleichheit, dafs der in Berlin verkäufliche Blättertripel offenbar aus Bilin in Böhmen über Dresden bezogen wird. Ein ganz ähnliches Gestein ist der von Planitz, bei Zwickau, kommende Polirschiefer, wenn nämlich der Fundort der von mir untersuchten Probe sicher ist. Allein jener Klebschiefer vom Montmartre, welchen Klaproth analysirt hat, zeigte nur zweifelhafte Spuren von Infusorien-Panzern. Besonders wichtig für die weitere Untersuchung der geognostischen Verhältnisse ist offenbar das Vorkommen der fossilen Infusorien als Biliner Polirschiefer. In demselben Schiefer finden sich Fisch-Abdrücke eines ausgestorbenen Fisches, des Leuciscus papyraceus von Bronn

nach Agassiz, und viele Pflanzen-Abdrücke, die wohl der Tertiärformation angehören.

Ferner war ich vor diesen Untersuchungen schon ganz geneigt, einem im Jahre 1834 mir bekannt gewordenen Infusionsthiere, welches ich bereits im April 1835 auf Tafel X des von mir bearbeiteten Infusorien-Codex als Gaillonella ferruginea hatte abbilden lassen, und welches vielleicht von den Botanikern als Hygrocrocis ochracea verzeichnet worden ist, einen grofsen Einfluſs auf die Entstehung des Raseneisens zuzugestehen. Die Kleinheit der kleinen Körperchen hielt mich aber ab, eine so wichtige Angelegenheit zur Sprache zu bringen. Seit der Entdeckung so vieler und verschiedener Panzer-Infusorien als Gesteinmassen, und seitdem ich besonders gefunden habe, daſs das Thierchen, welches den Polirschiefer von Bilin fast ausschlieſslich bildet, ebenfalls eine Species der Gattung Gaillonella ist, trage ich kein Bedenken mehr auch diese Beobachtung den anderen anzuschlieſsen. Daſs die Bildung des Raseneisensteins oder des Wiesenerzes als einer fortdauernden Erscheinung grofse Aufmerksamkeit erregt, und sehr verschiedene, aber nicht genügende Theorien herbeigeführt hat, ist bekannt. Ich beobachtete nun in den Sümpfen, besonders den Torflachen um Berlin jährlich im Frühjahr häufig eine sehr intensiv ockergelbe, zuweilen etwas in's Fleischrothe spielende sehr voluminöse Masse, welche nicht selten in weiter Ausdehnung den Boden der Gräben 1 bis mehrere Fuſs hoch bedeckte. Auch in ganz kleinen Tümpeln, in den Fuſstapfen weidender Thiere war sie oft sehr entwickelt. Diese Masse ist äuſserst zart und ohne allen Zusammenhang, bei der geringsten Berührung sich in beliebige Theile zerkleinernd. Da wo sie nach Verdunsten des Wassers antrocknet, erscheint sie ganz wie Eisenoxyd, und früher ist sie wohl oft dafür gehalten worden. Unter dem Mikroskope erkennt man aber, kaum bei starker Vergröſserung sichtbare, äuſserst zarte gegliederte Fäden, deren Glieder

nur $\frac{1}{1000}$ Linie messen, und welchen die gelbe Farbe inhärirt. Im Anfange des vorigen Sommers überzeugte ich mich, dafs diese zarten Glieder-Fäden durch starkes Glühen ihre Gestalt nicht verlieren, aber eine rothbraune Farbe annehmen, welche vollkommen dem gebrannten Eisen-Ocker gleicht. Durch Anwendung von Salzsäure fand sich, dafs die Farbe sich auflöst, ohne dafs die gegliederten Fäden verändert werden. Aus der Auflösung niedergeschlagenes Eisen war ebenfalls deutlich zu erkennen. Es giebt also ein der Gattung Gaillonella der Bacillarinen ganz ähnliches, aber sehr kleines organisches Wesen, welches eine gelbe Ockerfarbe und darinn einen überaus starken Eisengehalt wahrscheinlich so besitzt, wie sich der phosphorsaure Kalk in den Knochen befindet. Durch Ausziehen des Kalks behält bekanntlich die Knochengallerte ihre Form ganz bei. Eben so erscheint die offenbar einen Kieselpanzer führende Gaillonella ferruginea in ihrer unveränderten Form nach dem Ausziehen des Eisens.

Ich habe nun sehr verschiedene Raseneisenerze, von Berlin, vom Ural, von Newyork und von anderen Orten, mikroskopisch untersucht, und finde, dafs das ihnen anhängende und sie vielleicht ursprünglich bildende äufserst voluminöse gelbe Eisenoxyd ebenfalls aus oft noch reihenweis zusammenhängenden Gliedern besteht, welche jener Gaillonella in Gröfse, Form und Farbe gleichen, und die durch Glühen und Salzsäure nicht zerstört werden, nur nicht mehr so deutliche Gliederfäden bilden wie beim lebenden Thier. Vergleiche ich den in seine Glieder aufgelösten Zustand der Gaillonella distans im Polirschiefer, so habe ich keinen Grund die Erscheinung im Wiesenerz-Ocker als eine andere abzusondern.

Ferner erhielt ich durch die Güte des Hrn. Karsten die vegetabilischen Producte der Brunnensoole vom Colberger Salzwerke, und darunter eine gelbe erdige Substanz in grofser Menge, die sich daselbst auf der Soole

bildet. Sie sammelt sich erst, wie man mir meldete, als eine grünliche, also dem Eisenoxydul ähnliche Masse an der Oberfläche der stagnirenden Soole. Getrocknet und an der Luft wird sie bleibend schön ockergelb, und als ich sie glühte nahm sie eine rothbraune, blutsteinähnliche Farbe an. Beim Auflösen in Salzsäure zeigte sich ebenfalls direct ein grofser Eisengehalt mit Kieselrückstand. Diese Substanz besteht, wie der Sumpfocker, aus gegliederten Fäden, welche sich dann in einzelne Glieder auflösen, und gleicht der Gaillonella ferruginea ebenfalls sehr. In Colberg braucht man diese Gaillonellen (?) als Eisenfarbe zum Anstreichen.

Der Umstand, dafs diese Substanz der Salzsoole mit lauchgrüner Farbe sich an der Oberfläche ansammelt, dann zu Boden sinkt und in's Gelbe übergeht, bezeichnet vielleicht eine eigne sonst nicht charakterisirte Species derselben Gattung [1]).

So machen denn der Kieselerdegehalt des Raseneisens und die unverbrennliche organische Gestalt der den ihn umgebenden Ocker bildenden sehr kleinen Körperchen es höchst wahrscheinlich, dafs auch hier ein organisches Verhältnifs durch Infusorienbildung, wenn auch nur so eingreift, dafs sie durch ihren starken Eisengehalt nach dem Tode einen Centralpunkt oder Kern bilden, in welchem alles übrige aufgelöste Eisen der nächsten Umgebung herangezogen wird.

Die in den genannten Fossilien von mir aufgefundenen Thiere sind folgende Arten:

I. Im Franzensbader Gestein fanden sich neun Arten.
   1) Navicula viridis als Hauptmasse,
   2) Navicula gibba,

1) Eine neue Sendung dieser Masse vom Dürrenberger Salzwerk entscheidet diese Angelegenheit, wie es scheint, dahin, dafs auch diese lebenden Thiere (?) immer gelb sind, dafs sie beim Sterben sich nach der Oberfläche ziehen und graugrün (Eisen-Oxydul) werden und beim Zubodensinken wieder die gelbe Farbe annehmen.

3) Navicula fulva,
4) - Librile, sämmtlich Süfswasserthiere, welche bei Berlin noch lebend und sehr häufig sind,
5) Navicula viridula,
6) N. striatula, beides Seethiere, deren erstes ich nur aus der Ostsee bei Wismar kenne, deren zweites bei Havre in Frankreich und bei Carlsbad in dem Mineralwasser noch jetzt lebend sind,
7) Gomphonema paradoxum,
8) - - clavatum, beide noch jetzt bei Berlin häufige Arten,
9) eine Art Gaillonella, G. varians?, von der ich bisher nur Fragmente gesehen.

II. Im Torfmoore von Franzensbad um den Kieselguhr fand ich fünf Arten.
1) Navicula granulata, als häufigste Form, die im Kieselguhr gar nicht vorkömmt.
2) Navicula viridis, selten,
3) Bacillaria vulgaris?
4) Cocconeïs undulata, beide Seethiere,
5) Gomphonema paradoxum (clavatum?), bei Berlin noch jetzt lebend.

Mithin sind dem Torfe nur zwei Formen mit dem Kieselguhr gemein, welcher in ihm gefunden wird, und daher wohl einer anderen Zeit seine Entstehung verdankt.

III. Im Kieselguhr von Isle de France fand ich vier bis fünf Arten.
1) Bacillaria vulgaris? als Hauptmasse,
2) - major, eine unbekannte Art, vielleicht aber mit voriger zu vereinen, welche ein bekanntes Seethier ist,
3) eine kleine Navicula, die der Jugendzustand der N. fulva seyn kann,
4) Navicula gibba,

5) N. bifrons, eine bei Berlin selten vorkommende noch lebende Art.

IV. Das Bergmehl von Santa Fiora oder San Fiore aus Klaproth's Sammlung enthält neunzehn verschiedene Thierarten.

1) Synedra capitata n. sp. als Hauptmasse, zwischen welcher
2) Synedra Ulna, ein gemeines Süfswasser- und Seewasserthierchen,
3) Navicula inaequalis,
4) - capitata,
5) - viridis,
6) - gibba,
7) - phoenicenteron,
8) - Librile,
9) - Zebra, sämmtlich Süfswasserthierchen,
10) Navicula viridula, ein Seethierchen der Ostsee,
11) - granulata,
12) - Follis, zwei noch unbekannte oder ausgestorbene Arten,
13) Cocconeïs undulata, ein Seethierchen,
14) Gomphonema paradoxum,
15) - - clavatum,
16) - - acuminatum, Süfswasserthiere von Berlin,
17) Cocconema cymbiforme, Süfswasserthierchen,
18) Gaillonella italica, n. sp., und
19) Kieselnadeln einer See-Spongia, oder Spongilla des süfsen Wassers.

V. Im Polirschiefer von Bilin, welchen Hr. Weifs selbst dort gebrochen, fanden sich vier Arten.

1) Podosphenia nana, n. sp., als Hauptmasse,
2) Gaillonella distans, n. sp.
3) Navicula Scalprum?
4) Bacillaria vulgaris? vielleicht sämmtlich Seethiere.

VI. Im verkäuflichen Blättertripel zu Berlin (nach Angabe der Lampe u. Kaufmann'schen Droguerie-Handlung über Dresden, nach der weniger wahrscheinlichen Angabe einer anderen Material-Handlung aber vom Harz bezogen) fanden sich ganz übereinstimmend drei Arten,

1) Gaillonella distans, als ganz überwiegende Hauptmasse,
2) Podosphenia nana n. sp.,
3) Bacillaria vulgaris?

VII. Im Klebschiefer von Menilmontant fand ich zweimal Fragmente der Gaillonella distans, bin aber zweifelhaft, ob sie nicht doch zufällig vom Biliner Schiefer darauf gekommen.

---

Es verdient nun der besonderen Bemerkung, dafs bei weitem die grofse Mehrzahl dieser 28 fossilen Infusorien-Arten, welche sämmtlich der Familie der Bacillarinen, und zwar acht verschiedenen noch jetzt lebenden Gattungen angehören, nämlich den Gattungen:

| | |
|---|---|
| Navicula, | Cocconema, |
| Cocconeis, | Podosphenia, |
| Synedra, | Bacillaria, |
| Gomphonema, | Gaillonella, |

dafs von diesen 28 Arten 14 Arten sich von den noch lebenden Süfswasser-Infusorien nicht haben unterscheiden lassen, und eben so 5 Arten von noch lebenden Seethieren. Die 9 übrigen Arten, also fast nur $\frac{1}{3}$, sind entweder noch unentdeckte ebenfalls noch lebende oder untergegangene Formen. Es ist mir aber bei einer Vergleichung meiner ausgebreiteten Beobachtung dieser Naturkörper, und bei Berücksichtigung des Umstandes, dafs in keinem der genannten fossilen Verhältnisse ausschliefslich ausgestorbene Arten vorkommen, viel wahrscheinlicher, dafs die fossilen neuen Arten, unter denen keine

neue Gattung ist, keine untergegangenen, sondern nur noch nicht lebend aufgefundene sind.

Die grofse Masse der Exemplare dieser Thierformen ist noch ziemlich gut erhalten, sehr viele sind so ausgezeichnet schön erhalten, dafs ich sogar die Charaktere der lebenden von ihnen habe schärfer bestimmen können, indem eine directe Vergleichung der letzteren zeigte, dafs gewisse scheinbar charakteristische Unterschiede sich bei den lebenden nur schwierig beobachten lassen und von mir bisher übersehen wurden. Die Oeffnungen der Gaillonellen habe ich erst durch den Polirschiefer kennen gelernt und sehe sie jetzt bei allen Arten der Gattung. Die sechs Oeffnungen der Navicula viridis habe ich nie vorher so schön gesehen [1]).

Die grofse Schärfe und Reinheit aller Contoure dieser sämmtlichen Kieselpanzer scheint offenbar durch un-

1) Da die Botaniker häufig diese Formen als Pflanzen angesehen haben, so ist zu bemerken, dafs die Gründe, warum sie als Thiere betrachtet werden, folgende schon öfter von mir angezeigte sind: 1) Viele Naviculae und andere Bacillarinen haben eine ganz deutliche kräftige active kriechende Bewegung, bei welcher sie fremde Körper, die viel gröfser als sie selbst sind, auf die Seite schieben und hin und her bewegen. 2) Man kann das Hervorschieben eines dem Schneckenfufse ähnlichen Organs und dessen Wirkung zum Kriechen bei manchen Formen direct erkennen. 3) Eine scharfe Untersuchung läfst bei allen zugänglichen Formen Oeffnungen erkennen, die als Ernährungs-, Geschlechts- und Bewegungs-Oeffnungen betrachtet werden können. 4) Man kann innere Organe unterscheiden, die den polygastrischen Blasen der Infusorien, und andere, die dem gekörnten Eierstocke ganz wohl vergleichbar sind. 5) Sie vermehren sich, aufser der höchstwahrscheinlichen Eibildung, nicht durch Knospen, wie die wahren Pflanzen, sondern ganz deutlich, durch Selbsttheilung, eine Vermehrungsweise, die allen entschiedenen Pflanzenbildungen abgeht, aber bei vielen entschiedenen Thieren beobachtet wird. 6) Einzelne Formen, deren Bewegung sehr langsam ist, oder die wie Austern festsitzen, geben natürlich keinen Grund, sie deshalb für Pflanzen zu halten. Vergl. den Bericht der Berliner Academie; 1836, S. 34.

gewöhnliche Glühhitze hervorgebracht zu seyn, welche alle organische, besonders vegetabilische Kohle, denn die Thiere lebten gewifs wie jetzt auf Pflanzen, verflüchtigt hat, und später mögen sich die lösbaren Erden durch Auflösung entfernt haben, während die Kieselerde allen Einwirkungen besser widerstand. Schon Werner ist der Meinung gewesen, dafs Erdbrände, den Polirschiefer gebildet haben, was Vieles für sich hat.

Auffallend bei den meisten der aufgezählten Fundorte fossiler Infusorien ist ein überaus grofses Vorherrschen einzelner Arten. So wird vom Franzensbader Kieselguhr fast die ganze Masse aus Navicula viridis, die Masse von Isle de France aus Bacillaria vulgaris, die von San Fiore aus Synedra capitata, die von Bilin aus Gaillonella distans so vorherrschend gebildet, dafs alle übrigen Thierarten nur als eingestreut zu betrachten sind.

Schliefslich verdient wohl das Zahlenverhältnifs dieser Thiere eine wenigstens übersichtliche Aufmerksamkeit. Schon oft ist von den Millionen der Infusorien-Heere gesprochen worden, und die grofsen Zahlen wiederhallen ziemlich theilnahmlos, vielleicht weil man zu ihrer Körperlichkeit kein rechtes Vertrauen hat. Oft hat man sie ja für Oeltröpfchen und Visionen verschiedener Art erklärt. Seit nun aber der Biliner Polirschiefer für fast nichts weiter als eine lagenweise Anhäufung von Infusorien ohne alles Bindemittel anerkannt werden mufs, fangen denn doch offenbar die Infusorien für die Wissenschaft sowohl als für Jedermann an materieller zu werden. Die Kieselguhre kommen, wie man sagt, nur in faust- oder kopfgrofsen Nestern vor und können leicht ganz neuen Ursprungs seyn. Anders ist es mit dem Polirschiefer. Dieser bildet weit ausgedehnte Lager mit fossilen Pflanzen und Fischen. In Berlin verbraucht, meiner Anfrage nach, eine einzige Droguerie-Handlung jährlich 20 Centner. Man kann also den Verbrauch der Infusorien als Tripel und zu Gufsformen für Berlin

und

und Umgegend vielleicht auf 50 bis 60 Centner jährlich anschlagen, und daraus einigermafsen auf den Absatz in Bilin schliefsen. Ich hoffe hierüber bald einige weitere Details zu erlangen. Genug, die Infusorien befriedigen jetzt auch vollständig alle Anforderungen an technischen Gebrauch und Nützlichkeit. Ueberginge man auch noch ihren Antheil am Raseneisen, so putzt das Militair mit Tripel; die Metallarbeiter, Schlösserpolirer und die Kupferstecher poliren mit Infusorien, und sie dienen zu Formen bei Gufsarbeiten. Diese mithin nach ihrem Tode sogar nützlichen und Felsen bildenden Thiere erlangen jetzt ein specielleres Interesse für ihre Individualität.

Die Gröfse eines einzelnen Infusions-Thierchens, welches den Polirschiefer bildet, beträgt im Mittel und der Mehrzahl $\frac{1}{2\,5\,5}$ einer Linie, das ist gleich $\frac{1}{5}$ der Dicke eines menschlichen Kopfhaares, wenn man dessen mittlere Stärke zu $\frac{1}{4\,8}$ Linie rechnet. Ein menschliches Blutkügelchen, zu $\frac{1}{3\,0\,0}$ Linie gerechnet, ist nicht viel kleiner. Die Blutkügelchen eines Frosches sind noch einmal so grofs als ein solches Thierchen. Da der Biliner Polirschiefer zwar schiefrig, aber sonst ohne Zwischenräume ist, so liegen die Thierchen dicht gedrängt, mithin würden auf eine Cubiklinie in runder Zahl 23 Millionen Thiere gehören und wirklich vorhanden seyn. In einem Cubikzoll sind 1728 Cubiklinien, also befinden sich darin in runder Zahl 41000 Millionen Thiere.

Beim Wägen eines Cubikzolls dieser Masse fand sich dessen Gewicht $3\frac{3}{4}$ Quentchen oder 270 Gran. Von den 41000 Millionen Thieren gehen mithin 187 Millionen auf einen Gran, oder der Kieselpanzer eines einzelnen Thierchens wiegt $\frac{1}{1\,8\,7}$ Milliontheil eines Grans.

Die Thierchen des Raseneisenerzes haben nur $\frac{1}{1\,0\,0\,0}$ Linie im Durchmesser, oder den 21sten Theil der Dicke eines Menschenhaares, $\frac{1}{3}$ des Durchmessers eines menschlichen Blutkügelchens, $\frac{1}{8}$ eines Blutkügelchens vom Frosch. Eine Cubiklinie solches thierischen Eisenockers würde in

gleichem Verhältnisse schon 1000 Millionen, 1 Cubikzoll 1 Billion, und 1 Cubus von 9 Fuſs Durchmesser 1 Drillion lebender Wesen enthalten.

Will man auch nur $\frac{1}{4}$ dieser Mengen als wirklich vorhanden ansehen und $\frac{3}{4}$ ignoriren, so bleiben immer noch so bedeutende Zahlen übrig, daſs sie als Reales der gröſsten Aufmerksamkeit würdig sind.

Es lieſsen sich an diese Mittheilungen noch manche weitere Betrachtungen knüpfen, die aber theils Jedem so nahe liegen, theils doch erst einer noch specielleren Nachforschung bedürfen, als daſs ein weiteres Eingehen auf dieselben schon jetzt an seiner Stelle wäre.

---

## Erklärung der Abbildungen auf Tafel III.

Fig. I. Navicula, Surirella, viridis, $\frac{1}{5}$ Linie groſs, im Franzensbader Kieselguhr: *a* von der Seitenfläche gesehen, wobei die Mündungen dreier Oeffnungen deutlich sind; *b* dasselbe Individuum von der Rükken- oder Bauchseite, wo sämmtliche sechs Oeffnungen erkannt werden. Die Streifen sind innere erhabene Leisten, zwischen die sich der Eierstock des lebenden Thiers einklemmt.

Fig. II. Navicula, Surirella, granulata, aus dem Franzensbader Torfmoor, *a* Seitenansicht, *b* Bauchfläche.

Fig. III. 1) Synedra capitata, Hauptform des Kieselguhr von San Fiore. *a* Seitenfläche, *b* Bauchfläche. 2) Navicula inaequalis, Seitenansicht.

Fig. IV. Bacillaria vulgaris? Hauptform des Kieselguhr von Isle de France.

Fig. V. Gaillonella distans, $\frac{1}{361}$ bis $\frac{1}{172}$ Linie dick, Hauptform des Polirschiefers von Bilin (des Blättertripels); *a*, *b*, *c* von der Seite gesehen; *d*, *e* Querflächen; *f* Oeffnungen.

Fig. VI. Gaillonella ferruginea $\frac{1}{1000}$ Linie dick, das Eisenockerthierchen; *a* bei gleicher Vergröfserung, *b* 2000 Mal vergröfsert. Lyngbye hat diefs Thierchen für die Unterlage seiner Oscillatoria ochracea gehalten. Oscillatorien finden sich zuweilen parasitisch darin, gehören aber mehreren verschiedenen Arten an, und sind daher mit Recht von Agardh als besondere Species nicht anerkannt worden.

Sämmtliche Abbildungen sind sonst 290 Mal (fast 300 Mal) vergröfsert.

## XX. *Vermischte Notizen.*

1) *Expedition zur Bestimmung der Niveaudifferenz des schwarzen und kaspischen Meeres.* — Auf den Vorschlag dreier ihrer Mitglieder, der HH. Struve, Parrot und Lenz, hat sich die Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg in einer ihrer letzten Sitzungen mit dem Entwurf zu einer Expedition beschäftigt, die den Höhenunterschied zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere durch ein trigonometrisches Nivellement auf eine unzweifelhafte Weise bestimmen soll.

Bekanntlich hat dieser Gegenstand seit fast einem Jahrhundert die Aufmerksamkeit von ganz Europa auf sich gezogen. Im Allgemeinen war die Meinung, der Spiegel des schwarzen Meeres läge über dem des kaspischen, und wirklich haben Barometerbeobachtungen, die i. J. 1811 einerseits von Hrn. Wisniewsky und andererseits von den HH. Parrot jun. und Engelhardt angestellt wurden, dem Niveau des ersteren Meeres eine sehr bedeutende Höhe über dem des letzteren beigelegt. Indefs zeigten die von diesen Gelehrten erhaltenen Zahlen eine Abweichung von über 40 Fufs, da Hr. Wisniewsky für die Niveaudifferenz 256,8 und die Dorpa-

ter Gelehrten 300 Par. Fuſs gefunden. Auf seiner zweiten Reise i. J. 1829 ist Hr. Parrot durch ein Stations-Nivellement darauf geführt, seine frühere Bestimmung zu widerrufen und zu erklären, daſs diese Niveaudifferenz nicht vorhanden sey [1]). Inmitten dieser Zweifel über eine so wichtige Frage, deren allgemeines Resultat das ganze civilisirte Europa interessirt, deren locale Anwendungen und wissenschaftliche Lösung aber Rufsland angehört, konnte die Academie der Wissenschaften nicht länger zögern, der Regierung die Anstellung geeigneter Messungen zur Schlichtung dieser Streitfrage vorzuschlagen.

Der Vorschlag der Academie hat nicht verfehlt, die Aufmerksamkeit und Munificenz eines Souverains zu erregen, dessen Gedanken alle Unternehmungen von allgemeiner Nützlichkeit begleiten. Nach Beauftragung der HH. Minister des öffentlichen Unterrichts und der Finanzen, Ihm den Plan zu der projectirten Expedition vorzulegen, hat der Kaiser am 12. d. Monats (Juli) geruht, denselben seine Autorisation zu ertheilen, und der Academie für die Kosten dieser Expedition die Summe von 50000 Rubel zur Verfügung zu stellen.

Hr. Academiker Struve, dem das Detail der Organisation dieser Unternehmung und die Auswahl der zur Mitwirkung daran bestimmten Gelehrten anvertraut worden, hat zu diesem Endzweck drei seiner ehemaligen Schüler vorgeschlagen, Hrn. Georg Fuſs, designirten Adjuncten an der Central-Sternwarte, und vortheilhaft bekannt durch seine Reisen nach China und im südöstlichen Sibirien, Hrn. Sabler, Adjuncten an der Sternwarte zu Dorpat, und Hrn. Savitsch, Lehrer der Mathematik an der Universität zu Moskau. Diese drei Gelehrten werden Mitte Julis abreisen, begleitet von einem geschickten Mechaniker und versehen mit einem vollständigen Apparat der erforderlichen Instrumente. Die Dauer der Expedition ist annähernd auf 18 Monate festgesetzt,

1) Siehe Annal. Bd. XXXII S. 554.

und die Operationslinie wird genommen werden, je nach den Oertlichkeiten, entweder zwischen Taganrog und der Mündung des Kuma, längs dem Manitsch durch die Steppe, oder zwischen Taman und Kisliar, längs der Linie des Kaukasus.

Gleichzeitige Barometerbeobachtungen mittelst gehörig verglichener Instrumente sollen nicht blofs von den Reisenden der Academie längs der Operationslinie angestellt werden, sondern auch zu Taganrog und Astrachan von geübten und zuverlässigen, in diesen Städten wohnhaften Personen.

Dieser zweite Theil der Sendung unserer Reisenden giebt der Expedition ein Interesse mehr, denn bis heute glaubte man den Spiegel des Oceans an allen seinen Punkten als unter einem gleich grofsen Druck der Atmosphäre stehend, und deshalb als Ausgangspunkt aller Höhenmessungen annehmen zu dürfen. Wenn der Barometerstand irgend eines Orts bekannt war, schlofs man ohne weiteres daraus die Höhe dieses Orts über dem Ocean. Neuerdings lasen wir in einem Brief des Hrn. Herschel vom Kap der guten Hoffnung, in welchem derselbe eine schon zu Ende des verflossenen Jahrhunderts von Hrn. von Humboldt gemachte und später auch von den Herren Boussingault, Trentepohl, Erman und Schouw beobachtete Thatsache bestätigt, die nämlich, dafs die Passate einen merkbaren Einfluss auf das Barometer ausüben, so, dafs diefs Instrument gegen die Wendekreise hin eine Zunahme und beim Aequator eine Abnahme des atmosphärischen Druckes anzeigt. Es handelt sich nun darum zu wissen, ob es nicht noch andere örtliche Umstände gebe, die an verschiedenen Orten der Meeresfläche, gleichfalls constante Unterschiede im atmosphärischen Druck und folglich auch im Barometerstand erzeugen können. Die Uebereinstimmung oder Abweichung der beiden auszuführenden Nivellements wird hoffentlich die sonderbaren Widersprüche in den Resultaten der früheren

Barometer-Nivellements erklären und über den Grad der Zuverlässigkeit des Barometers bei dieser Art von Messungen entscheiden [1]).

2) *Höhe des kaspischen Meeres und einiger Vulkane in Kamtschatka.* — Bei dem vielfachen Interesse, welches die Frage über den Höhenunterschied zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere in neuerer Zeit erregt hat, dürfte es zeitgemäfs seyn, folgende in A. Erman's *Reise um die Erde* (Berlin 1835), Bd. II S. 357, enthaltene, auf mehrjährige mittlere Barometerstände begründete Angaben mitzutheilen.

Beobachtungen in Kasan 11,8 Tois. über der Wolga.

| Zeit | Mittl. Barometerstand. | Mittl. Lufttemperatur. | Zeit. | Mittl. Barometerst. | Mittl. Lufttemperatur. |
|---|---|---|---|---|---|
| vom 12. Aug. 1824 bis 12. Jan. 1825 | 335‴,70 | +4°,8 | 1827 | 336,26 | 2,5 |
| | | | 1828 | 335,70 | 1,3 |
| 1825 | 336 ,83 | +3 ,1 | 1829 | 336,64 | 1,5 |
| 1826 | 337 ,30 | +2 ,1 | 1830 | 336,46 | 3,2 |

Bis zum Jan. 1828 wurden diese Beobachtungen vom Dr. Thiele angestellt; die übrigen sind dieselben, welche Prof. Knorr benutzt hat (Annal. Bd. XXXVI S. 204).

Beobachtungen in

| Zeit | Danzig 7 Tois. üb. d. Meere. | | Mitau 20 Tois. üb. d. Meere. | | Moskau 65 T. über dem Meere. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Vom 12. Aug. 1824 bis 12. Jan. 1825 | 335‴,97 | 7°,8 | | | | |
| 1825 | 337 ,33 | 6 ,6 | 336‴,12 | +5°,1 | 333‴,18 | +4°,3 |
| 1826 | 337 ,90 | 6 ,6 | 336 ,92 | +5 ,6 | | |
| 1827 | 336 ,76 | 6 ,3 | 335 ,57 | +5 ,5 | | |
| 1828 | 337 ,15 | 5 ,3 | 336 ,14 | +4 ,4 | | |
| 1829 | 337 ,31 | 3 ,9 | 336 ,32 | +3 ,2 | | |
| 1830 | 337 ,24 | 5 ,7 | 336 ,12 | +4 ,3 | | |

1) Aus dem *Journ. de St. Petersbourg*; mitgetheilt von Hrn. v. Humboldt.

Hieraus folgt, nach E., die Höhe des Barometers in Kasan über dem Meere nach den Beobachtungen in:

| | Danzig. | Mitau. | Moskau. |
|---|---|---|---|
| 1824 (5 Monate) | 10',4 | | |
| 1825 (Jahrgang) | 13,3 | 11',3 | 19',5 |
| 1826 - - | 14,4 | 15,3 | |
| 1827 - - | 13,2 | 11,3 | |
| 1828 - - | 24,9 | 25,4 | |
| 1829 - - | 15,3 | 16,2 | |
| 1830 - - | 22,3 | 15,8 | |
| Mittel | 16',9 | 15',3 | 19',5. |

Und aus allen verglichenen Beobachtungen:

Die Höhe über dem Meere für das Barometer in Kasan 16,3 Tois.

*Die Höhe über dem Meere für die Mündung der Kasanka in die Wolga* 4,5 -

Aus diesem Resultate zieht Hr. E. nun folgenden Schlufs: »Längs der *Twerza* und der oberen *Wolga* gemessen, beträgt die Flufsbahn von *Torjok* bis an die *Kasankamündung* nahe 155 deutsche Meilen, während die *Wolga* von diesem letzteren Punkt bis an den *kaspischen* See unterhalb noch 205 deutsche Meilen durchläuft. Unsere Beobachtungen ergeben nun innerhalb der ersten 155 deutschen Meilen ein Gefälle von 98',5 und für die folgenden 205 deutschen Meilen ein Gefälle von $4',5 + x$, wenn man mit $x$ die Tiefe des kaspischen Sees unter dem Ocean andeutet, und wenn man einerlei Druck für die Luftschichten von gleicher Höhe an der Ostsee und bei *Kasan* voraussetzt. Demnächst leuchtet ein, dafs, wie stark man auch die allmälige Abnahme des Flufsge-

1) Dafs Prof. Knorr die erstere Höhe zu 31,2 und die letztere zu 19,4 Tois. fand (Annal. Bd. XXXVI S. 205) schreibt Hr. Prof. E. dem Umstand zu, dafs derselbe bei seinen Rechnungen am Meere einen mittleren Barometerstand von 338''',589 *voraussetzte.*

fälles von der *Twerza* bis zur Mündung der Wolga voraussetzt, ein beträchtlicher positiver Werth von $x$ dennoch mit überwiegender Wahrscheinlichkeit folgt. Wollte man namentlich voraussetzen, dafs das Gefälle von *Torjok* bis *Astrachan gleichmäfsig* abnähme, und dafs es bei Astrachan selbst $=0$ sey, so erhält man die *Tiefe des kaspischen* Sees unter dem Ocean $=42^t,8$, und zugleich dafs die *Twerza* bei *Torjok* um 0,810 und die *Wolga* bei *Kasan* um 0,416 Toisen für eine deutsche Meile ihres Laufs fallen.«

Höhen in Kamtschatka über dem Meere.

| | östl. Länge von Paris. | Nördliche Breite. | |
|---|---|---|---|
| Vulkan Schiwelutsch, rechte Spitze | 158° 53′ 52″ | 56° 39′ 39″ | 8249 P. F. |
| - - - linke Spitze | 158 56 27 | 55 40 32 | 9898 - - |
| - - - Schneegränze | 158 51 50 | 56 40 23 | 4935 - - |
| - von Kliutschewsk | 158 10 48 | 56 4 18 | 14730 - - |
| - - Eisengränze | | | 2892 - - |
| - - Tobaltschinsk | 157 40 8 | 55 51 26 | 7800 - - |

3) *Zur Erklärung der Wirkung heifser Luft bei Gebläsen.* — Man hat hin und her über den Nutzen der Erwärmung der Luft zum Hochofenbetrieb gesprochen, aber keine genügende Erklärung bis jetzt gegeben. Es möchte nicht unnöthig seyn, die Aufmerksamkeit der betheiligten Personen auf Folgendes zu leiten: Ist der Nutzen wirklich einer Erhöhung der Temperatur zuzuschreiben, so mufs zur theoretischen Begründung desselben beachtet werden, dafs viele Chemiker und Physiker zwar annehmen, dafs eine gleiche Menge Sauerstoff bei ihrer Verbindung immer gleiche Menge Wärmestoff entbindet, was eben so viel sagen will, als dafs die Quantität der entbundenen Wärme eine eben so bestimmte Gröfse sey als das Atomengewicht der ponderablen Stoffe, dafs diefs aber bei weitem noch nicht als bewiesen anzusehen sey. — Ist die Menge des sich entbindenden Wärmestoffs immer die nämliche, so kann keine Tempe-

raturerhöhung dadurch mit Vortheil erreicht werden, daſs man die Luft aufserhalb des Ofens durch Anwendung einer gewissen Quantität Brennmaterial erhitzt. — Ist aber die Quantität der entbundenen Wärme nicht constant und im Verhältniſs der sich verbindenden Stoffe, so kann allerdings die Art der Verbrennung, nämlich die Intensität, einen bedeutenden Einfluſs auf das Resultat ausüben. — So habe ich gefunden, daſs, wenn ich in einem Calorimeter trocknes Salzsäuregas von Wasser absorbiren lieſs, sich bei schneller Einwirkung immer mehr Wärme entband, als bei einer langsamen — versteht sich, immer für die nämliche Quantität Stoffe gerechnet. — Es verdient dieſs in vielem Betracht sorgfältig ausgemacht zu werden. Die von mir angefangenen Arbeiten über Producte der trocknen Destillation erlauben mir nicht diesen Gegenstand zu verfolgen, da jener meine ganze Aufmerksamkeit erfordert. Der oben erwähnte Versuch war von mir vor zwei Jahren angestellt. (H. Hefs.)

4) *Doppelbrechung des gehärteten Glases.* — Durch Zusammendrückung von vier neben einander gelegten Prismen in einem eisernen Schraubstock gelang es Fresnel die Doppelbrechung des Glases sichtbar zu machen [1]). Die Veränderung, die hiebei das Glas erlitt, bestand in nichts anderem als einer Zusammenrückung seiner Theilchen *in Richtung der Compression.* Eine ähnliche Dichtigkeitsveränderung erleidet das Glas beim Härten, d. h. wenn man es, nach starker Erhitzung, durch Eintauchen in eine Flüssigkeit plötzlich abkühlt. Das gehärtete Glas scheint also den Fresnel'schen Apparat ersetzen zu können, und dieſs hat nun Hr. Guérard, Doctor der Medicin, dargethan. Vier Prismen von 90°, in gleicher Richtung aus einer Platte gehärteten Glases geschnitten, gaben eine merkliche Doppelbrechung. Die Prismen waren, wie im Fresnel'schen Apparate, mit Prismen von gewöhnlichem Glase zusammengestellt und achromatisirt.

1) S. Annal. Bd. XIX S. 539.

Hr. Guérard hat sich überzeugt, dafs die beiden Bilder, welche sein System liefert, rechtwinklich gegen einander polarisirt sind; und dafs das gehärtete Glas eine negative doppelte Strahlenbrechung besitzt (*Compt. rend.* 1836, *No.* 19. *p.* 471).

5) *Licht vom Rande und Mittelpunkt der Sonne.* — Bekanntlich ist das Sonnenspectrum in der Quere von einer grofsen Anzahl dunkler Linien oder Streifen durchschnitten. Es fehlen also im Sonnenlicht Strahlen von gewisser Brechbarkeit; und diese sind weder vom Prisma noch von der Atmosphäre unserer Erde absorbirt worden. Sir Brewster vermuthet, dieser Verlust an Strahlen werde in der Atmosphäre der Sonne bewirkt. In dieser Hypothese müfsten die Strahlen vom Sonnenrande, da sie eine dickere Schicht dieser Atmosphäre zu durchdringen haben, mehr Linien oder breitere Linien bei Zersetzung durch das Prisma darbieten als die Strahlen aus der Mitte. Die letzte Sonnenfinsternifs hat mir Gelegenheit gegeben, ein alleinig aus den Randstrahlen gebildetes Spectrum darzustellen, und dabei habe ich ganz unzweifelhaft gefunden, dafs diefs Spectrum vollkommen identisch ist mit dem, welches aus der Gesammtheit des Sonnenlichts entspringt. Die fehlenden Strahlen sind also nicht in der Sonnenatmosphäre verloren gegangen. (Schreiben des Hrn. Forbes an die Pariser Academie. — *Compt. rend.* 1836, N. 24, *p.* 576.)

6) *Vergleichender Gang des Photometers und Thermometers während der Sonnenfinsternifs am* 15. Mai 1836, *beobachtet zu Edinburgh vom Dr.* Traill.

| Zeit. | Photometer. | Thermometer. | Zeit. | Photometer. | Thermometer. | Zeit. | Photometer. | Thermometer. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 30′ | 80° | 65° | 2h 40′ | 38° | 61° | 3h 50′ | 58° | 58°,5 |
| 40 | 79 | 65 | 50 | 27 | 60 | 4 0 | 66 | 59,5 |
| 50 | 77 | 65 | 3 0 | 14 | 58,5 | 10 | 73 | 60,5 |
| 2 0 | 73 | 65 | 10 | 21 | 58 | 20 | 72 | 60 |
| 10 | 69 | 64 | 20 | 27 | 58 | 30 | 68 | 60 |
| 20 | 56 | 62 | 30 | 38 | 58 | | | |
| 30 | 45 | 62 | 40 | 50 | 58,5 | | | |

Das Photometer war ein Leslie'sches, das Thermometer ein Fahrenheit'sches; letzteres hing im Schatten. (*Ibid. p.* 474.)

7) *Temperatur des Himmelsraums.* — Hr. Arago zeigte kürzlich der Pariser Academie an, dafs er so eben die Beschreibung der Reise des Kapit. Back in die Polarregionen erhalten, und darin, aufser anderen beachtenswerthen Bemerkungen, eine sehr wichtige Thermometerbeobachtung gefunden habe. Diese Beobachtung scheint nämlich für die Temperatur des Himmelsraums einen weit tieferen Werth zu geben als von Fourier angenommen worden. — Im Fort Reliance unter 62° 46′ ½ N.Br. und 109° 0′ 39″ W.L. Greenwich, sah Hr. Back am 17. Jan. 1834 ein Alkoholthermometer fallen auf:

$$-70°\ \text{F.} = -45°{,}3\ \text{R.} = -56°{,}7\ \text{C.}$$

Nach diesem Resultat glaubt Hr. Arago, dafs die Temperatur des Himmelsraums unfehlbar unter —57° C. liegen müsse. Hr. Poisson räumt aber diesen Schluſs nicht ein. Nach ihm ist die Temperatur der oberen Luftschichten nothwendig niedriger als die der Himmelsräume. (*Compt. rend*, 1836, *No.* 24 *p.* 575.)

8) *Artesischer Brunnen in Granit.* — Zu Aberdeen in Schottland, in der Wollenspinnerei der HH. Hadden et Comp. hat man kürzlich 180 engl. Fufs unter Tage Wasser in Granit erbohrt (140 unter dessen oberer Gränze). Es war sehr rein, hatte 55° F., floſs reichlich (120 Gallon i. d. Min.) und stieg 6 Fufs über den Boden. (*Ebendaselbst.*)

9) *Regenmenge zu York in verschiedener Höhe über dem Boden.* Die HH. Gray und Phillips haben ihre verdienstvollen ombrometrischen Beobachtungen, von denen früher in diesen Annalen Nachricht gegeben wurde (Bd. XXXIII S. 215), an denselben Standpunkten und mit denselben Instrumenten wiederum ein Jahr lang fortgesetzt und dadurch folgende Resultate erhalten:

| 1833 bis 1834. | Stand des Regenmessers: Thurm des Münsters 241′ 10″,5 über dem Spiegel des Humberflusses. | Dach des Museums 72′ 8″ | Garten 29′ 0″ |
|---|---|---|---|
| Febr. 1 bis Febr. 28 | 1,509 Zoll | 2,108 Zoll | 2,834 Zoll |
| März 13 | 0,327 | 0,560 (0,539) | 0,791 |
| 28 | 0,546 | 0,687 (0,663) | 1,018 (1) |
| April 21 | 0,570 | 0,745 (0,709) | 1,030 |
| Mai 20 | 0,686 | 0,787 (0,735) | 1,015 (2) |
| 30 | 0 | 0 | 0 |
| Juni 17 | 1,525 | 1,942 (1,902) | 2,386 |
| Juli 1 | 0,559 | 0,649 | 0,791 |
| August 3 | 0,810 | 1,030 | 1,246 (3) |
| 19 | 0,391 | 0,484 | 0,575 (3) |
| September 16 | 2,175 | 3,000 | 3,835 |
| October 8 | 0,386 | 0,473 | 0,460 (4) |
| 14 | 0,050 | 0,083 | 0,106 |
| 17 | 0,263 | 0,373 | 0,406 (5) |
| Nov. 12 | 1,216 | 1,574 | 1,894 (6) |
| December 31 | 1,811 | 2,558 | 3,641 (7) |
| Februar 1 | 2,139 | 2,798 | 3,678 |
| Gesammte Menge in den 12 Monaten | 14,963 | 19,852 | 25,706 |

[Vom 4. Febr. 1832 bis 1. Febr. 1833 betrug die gesammte Regenmenge an denselben Standpunkten;
|15,910 |20,461 |24,401 ]

Diese Resultate werden nun von den Beobachtern, wie früher, in folgender Weise zusammengestellt:

1) Hauptsächlich Schnee und Hagel und kalte Regen aus NNW.

2) Der Regen fiel am 2., 3., 4. und 20. Mai.

3) Kleine Hymenopteren in dem Regenwasser auf dem Münster.

4) Die einzigen Beobachtungen, bei welchen der mittlere Standpunkt den meisten Regen hatte. Die Nächte aufserordentlich viel Thau.

5) Gleich nach dem Fall eines senkrechten Regens.

6) Starke Winde.

7) Sehr heftige Stofswinde (*Gales*) aus NW. Schnee am 11. Dec. — Vom 12. Nov. ab regnete es fast täglich.

| | Mittlere Temper. F. | Münster. | Museum. | Boden. |
|---|---|---|---|---|
| Ganzes Jahr | 48°,2 | 14″,963 | 19″,850 | 25″,706 |
| | | 58,20 | 77,21 | 100 |
| 7 kältere Monate | 40 ,8 | 8″,817 | 11″,959 | 15″,858 |
| | | 55,6 | 75,4 | 100 |
| 7 wärmere Monate | 55 ,5 | 7″,415 | 9″,606 | 11″,850 |
| | | 62,6 | 81,0 | 100 |
| 5 kältere - | 39 ,3 | 7″,548 | 10″,285 | 13″,856 |
| | | 54,6 | 74,2 | 100 |
| 5 wärmere - | 58 ,5 | 6″,146 | 7″,932 | 9″,848 |
| | | 62,4 | 80,5 | 100 |
| Winterviertel | 36 ,3 | 5″,459 | 7″,464 | 10″,153 |
| | | 53,8 | 73,3 | 100 |
| Frühling - | 47 ,6 | 2″,129 | 2″,779 | 3″,854 |
| | | 55,2 | 72,1 | 100 |
| Sommer - | 60 ,8 | 3″,285 | 4″,105 | 4″,998 |
| | | 65,7 | 82,1 | 100 |
| Herbst - | 48 ,3 | 4″,090 | 5″,503 | 6″,701 |
| | | 61,0 | 82,1 | 100 |

Im J. 1832 bis 1833 fiel der meiste Regen in den warmen Monaten, im J. 1833 bis 1834 dagegen in den kalten. Die mittlere Abnahme der Regenmenge betrug:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1832 bis 1833 auf dem | Münster | 33,9 | Procent |
| - - | Museum | 14,7 | - |
| 1833 bis 1834 - | - Münster | 41,8 | - |
| - | - Museum | 22,8 | - |

Der mittlere jährliche Werth der Höhenfunction war i. J. 1832 bis 1833 $h^{0,50}$, i. J. 1833 bis 1834 dagegen $h^{0,48}$.

Endlich geben die Verfasser noch eine Tafel, welche zeigen soll, dafs die Summe der Regenabnahmen an den beiden oberen Stationen, in Procenten ausgedrückt, für die oben unterschiedenen Abtheilungen der beiden Jahre umgekehrt proportional sey der mittleren Temperaturen während dieser Jahreszeiten. (*Report of the fourth meeting of the british Association for the advancement of Science held at Edinburgh* 1834, *p.* 560. Auszug.)

10) *Meteoreisen.* Als Zurückweisung auf seine Analyse des uralischen Platinerzes wünscht Herr Professor Osann in Würzburg folgende Notiz beachtet zu sehen. — Bei Durchlesung der interessanten Abhandlung von v. Hoff über die Entstehung der Meteorsteine, in welcher unter andern auch erwähnt wird, dafs jedes bis jetzt auf der Erdoberfläche gefundene Eisen meteorisches gewesen sey, ist mir meine Untersuchung über das uralsche Platin wieder in's Gedächtnifs gekommen. Bei der Sortirung der verschiedenen Körner, aus welchen die gewöhnlich in der Münze in Petersburg käufliche Sorte Platin, besteht, fand ich mittelst dem Magnet ausziehbare Metallstückchen (es sind keine Körner, sondern längliche platte Stücken, welche mit einem braunen Ueberzug versehen sind (in ihrem Aeufsern dem Pallas'schen Eisen zu vergleichen), welche sich bei der chemischen Analyse als metallisches Eisen ergeben. — Sollten diese Eisenstückchen die einzige Ausnahme seyn, so dürfte wohl die Frage nicht ganz ungeeignet erscheinen, ob nicht auch dieses Eisen mit sammt den Platinkörnern, unter welchen es sich findet, meteorischen Ursprungs sey. Die Eigenthümlichkeit des Platins und der anderen mit ihm vorkommenden Metalle, so wie die kugeliche Gestalt der Platinkörner dürfte nicht gegen diese Annahme sprechen. Den Chemikern, welche sich mit der Untersuchung des rohen Platins beschäftigen, dürfte dieser neue Gesichtspunkt anzuempfehlen seyn.

## XXI. *Apparate zur Darstellung der Beugungserscheinungen.*

Sicher ist wohl vorauszusetzen, dafs das lehrreiche und zur Befestigung der Undulationstheorie so viel Neues enthaltende Werk: *Die Beugungserscheinungen aus den*

*Fundamentalsätzen der Undulationstheorie analytisch entwickelt und in Bildern dargestellt von* F. M. Schwerd, *Professor am Lyceum in Speier* (Manheim 1835, mit 18 Kupfertafeln, Preis 6 Fl.), sich gegenwärtig in den Händen aller Derer befinde, die an den Fortschritten der Lichtlehre regen Antheil nehmen. Nicht so allgemein bekannt ist es aber vielleicht, dafs man die Apparate zur Hervorrufung der in diesem Werke beschriebenen eben so wichtigen als glänzenden Erscheinung, zweckmäfsig angefertigt, für einen verhältnifsmäfsig sehr billigen Preis von dem Verfasser selbst beziehen kann. Allen, welche das genannte Werk besitzen oder noch Willens wären sich in den Besitz desselben zu setzen, dürfte daher die folgende Benachrichtigung höchst willkommen seyn:

## Anzeige.

Um die Freunde der Naturkunde in den Stand zu setzen, alle in meiner Abhandlung über die Beugung des Lichts beschriebenen Erscheinungen genau beobachten zu können, werde ich die hierzu erforderlichen Apparate unter meiner Leitung verfertigen lassen. Eine vollständige Sammlung dieser Apparate wird enthalten:

5 Rechtecke von verschiedener Breite, — 1 Gitter für die nicht-symmetrischen Spectra, — 2 Gitter mit zwei rechtwinklichen Oeffnungen, das eine mit einem Glimmerblättchen zu Arago's Versuch über die Verschiebung der dunkelsten Streifen, — 4 gröbere und 4 feinere Drahtgitter, — 1 grofses feines Silberdrahtgitter, — 2 Rufsgitter zu den Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge, — 2 Gitter mit Parallelogrammen, 2 mit Rechtecken und 6 mit Quadraten, — 2 Schachbrettgitter, — Drahtgewebe-, Band-, Musselin- und Till-Gitter, — 13 Dreieckgitter und 18 Kreisgitter, — 2 Gitter mit entgegengesetzten Dreiecken, — 1 regelmäfsiges Sechseck, — 2 Gitter mit viereckigen und 2 mit runden Ringen, — 1 Gitter mit zwei ungleichen Qua-

draten und eine mit zwei ungleichen Kreisen. — 2 Gitter zur Erklärung der Erscheinungen, welche man durch Vogelfedern sieht:

ferner einen Helmstatspiegel und zum Verstecken vor demselben mehre Lichtpunkte, drei Lichtlinien, einen Lichtbogen, zwei Kreuzlinien, eine rechtwinkliche und eine zugespitzte Lichtöffnung mit mattem Glase; — 1 geschwärztes Uhrglas, eine schwarze Glasröhre, ein Metallspiegelchen und zwei rothe Gläser.

Der Preis eines solchen Beugungsapparates ist 66 Gulden. Weniger vollständige Sammlungen werden für 44 und 22 Gulden abgegeben werden.

Speyer, im September 1835.

*Schwerd*, Professor.

Ich darf wohl noch hinzusetzen, dass ich selbst auf der letzten Naturforscher-Versammlung zu Bonn, das Vergnügen hatte, die Einrichtung und den Gebrauch dieser Apparate durch ihren Urheber näher kennen zu lernen, und somit in den Stand gesetzt bin, die Einfachheit und Zweckmässigkeit derselben aus eigener Ansicht beurtheilen zu können. Zur Wahrnehmung der in dem Werke beschriebenen Beugungserscheinungen bedarf man, ausser den in der Anzeige aufgezählten Stücken, weiter nichts als eines Fernrohrs von mässiger Vergrösserungszahl, und selbst das nicht einmal, da ein Theil der Diaphragmen für die Beobachtung mit blossem Auge eingerichtet ist. Ein Diaphragma, welches etwa noch zu wünschen wäre, welches nämlich die Nicht-Interferenz der senkrecht gegen einander polarisirten Strahlen darthäte, wird Jeder, der im Besitze zweier Turmalinplatten ist, selber leicht hinzufügen können. *P.*

1836. ANNALEN No. 6.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXVIII.

## I. *Der kopaische See und seine unterirdischen Abzugskanäle; aus einem nächstens erscheinenden Werk: „Griechenland, im neuen das alte," von P. W. Forchhammer.*

(Hiezu die Karte auf Taf. II.)

Böotien, an zwei Seiten vom Meere, im Süden durch den Kithäron und Parnes, im Norden durch die nördlichen Abhänge des Helikon und durch das Opuntische Gebirge (heute Chlomo) begränzt, zerfällt in zwei wesentlich von einander verschiedene Theile, die einen so bestimmten Gegensatz bilden, dafs man füglich den einen nach einem See in seiner Mitte, das kopaische, den andern nach einem niedrigen Bergrücken, der ihn durchläuft, das teumessische nennen kann. Das kopaische Böotien ist ein tiefer Gebirgskessel, eingeschlossen vom Helikon, dem Chlomo mit seinen Nebenbergen, den Höhen von Martini, einem Dorf zwischen dem östlichen Ende des Sees und Larymnä, dem Ptoon, dem Sphingion und einigen niedrigen Hügeln, die sich wieder an den Helikon anschliefsen. Das Thal gleicht durch seine Geschlossenheit denen von Stymphalos und Pheneos. Es würde bei gänzlichem Mangel eines offenen Abflusses für seine Gewässer gleichwohl durch die gröfsere Zahl seiner unterirdischen Abzugskanäle viel leichter als jene der Gefahr, zum Landsee zu werden, entgehen, wenn nicht die Natur gewollt hätte, dafs fast alle Gewässer aus Doris und Phokis, welche Länder nicht minder einen Kessel zwischen dem Parnafs, dem Oeta, dem Knemis-Gebirge und dem Chlomo bilden, durch eine kleine Oeffnung zwischen den Abhängen des Helikon und dem Akon-

tion, einem Abhange des Chlomo, mittelst des Kephissos ihren Abfluſs in die kopaische Ebene fänden. Dem nordwestlichen Ende des lanzenförmigen Berges »Akontion« gegenüber liegt die Stadt Chäronea, an seinem südöstlichen Ende befinden sich die Ruinen von Orchomenos mit dem Schatzhaus des Minyas. Das Thal längs dem Akontion, zwischen diesem und den Abhängen des Helikon, ist sehr schmal, so daſs der Kephissos gezwungen ist, sich dem Akontion sehr nahe anzuschlieſsen; bei Orchomenos macht er eine nordöstliche Biegung um das Ende des Berges, windet sich dann meistens an der nördlichen Seite durch die See-Ebene, bis er sich in der Gegend von Topolia in mehrere Arme theilt, um die Katabothra, oder die Eingänge der unterirdischen Abzugskanäle am östlichen Ende des Sees zu erreichen. Wären diese Kanäle überall weit genug, um stets den ganzen Zufluſs des Kephissos abzuleiten, so würde die Ebene zu keiner Zeit sich in einen See verwandeln. Und auch bei der jetzigen Hemmung des Abflusses würde der See doch nicht jährlich die groſse Ausdehnung gegen Süd-Westen erreichen, gesellten sich nicht zum Kephissos die zahlreichen kleinen Bäche des wasserreichen Leibethrios und der benachbarten Hügel. Gleichwohl irrt man sich, sehr, wenn man meint, die sogenannte Kopais sey *immer* ein See. Sie gewinnt vielmehr *alljährlich*, wenn gleich nur auf wenige Monate, den ihr gebührenden Charakter einer Ebene, mit Ausnahme eines sehr kleinen Bassins um die cyklopisch befestigte Insel bei Topolia welches, nach der Aussage der Umwohner, auch im heiſsesten Sommer einiges Wasser behält. — Im Winter 1833—1834 war sehr viel Schnee gefallen, so daſs im Mai 1834, da ich den See bereiste, die ungewöhnlich hoch gestiegenen Gewässer noch nicht angefangen hatten zu sinken. Vier Monate später war der See so leer, daſs, nach öffentlichen Berichten, der König von Grie-

chenland am unteren Ende desselben zwischen den Katabothren über den trocknen Boden hinritt.

In der Nähe von Orchomenos, dem heutigen Skripu, waren Deiche am Ufer des Kephissos aufgeworfen, die wahrscheinlich in alter Zeit sich weit in den jetzigen See hineinzogen, und einen grofsen Theil fruchtbarsten Bodens vor der Ueberschwemmung schützten. Aehnliche Vorkehrungen mochten auch die Ebenen unterhalb Koroneia und Haliartos, die jetzt der Ueberschwemmung preis gegeben sind, bewahrt haben. Allein je länger der Kephissos und die kleineren Bäche innerhalb ihrer Ufer gebändigt waren, desto höher mufste das Wasser in dem östlichen kleineren Kessel der See-Ebene, der von Felsgebirgen umgeben ist, steigen, und, zurückkehrend, doch am Ende die Abwehr der Deiche vereiteln, wenn nicht die Kunst, wie das jährliche Austreten des Flusses verhindert, so das Abfliefsen des sich bildenden Sees befördert hätte.

Wir wenden uns zunächst zu der Beschreibung der *natürlichen* Wege der Verminderung der Gewässer, deren Steigen mit dem ersten Herbstregen beginnt, besonders aber um die Zeit der Wintersonnenwende reifsend zunimmt, indem nicht nur Regengüsse die Flüsse unmittelbar füllen, sondern auch die Sonne, hier im Januar so warm wie bei uns im März, eine Menge Schnee der Gebirge in Wasser verwandelt, so dafs, wie bemerkt, 1834 das Sinken der Ueberschwemmung in der Mitte des Mais noch nicht begonnen hatte, obgleich seit fast anderthalb Monaten kein Tropfen Regen gefallen war. — Es genügt hier an die, bei der grofsen Fläche des Sees sehr bedeutende Abnahme der Gewässer, mittelst der *Verdampfung durch die Luft*, und an die nicht minder bedeutende Verminderung durch *Eindringen in die Erde* erinnert zu haben. — Die bedeutendste und eigenthümlichste Weise der Abnahme der Gewässer besteht in dem

Abfluſs durch die *natürlichen unterirdischen Abzugskanäle*, deren Eingänge Katabothra genannt werden, wiewohl der Name häufig auf den Kanal selbst, und, aus Miſsverständniſs, auch auf die verticalen Schächte künstlicher Kanäle ausgedehnt wird. Im Folgenden werden wir nur die *Eingänge* der *natürlichen* Abzugskanäle, *Katabothra*, ihre *Ausgänge* dagegen mit einem in Griechenland üblichen Namen, *Kephalaria* (d. h. Flufshaupt, Quelle) und die unterirdischen Kanäle selbst *Gänge* nennen.

Solcher Gänge nun giebt es, wenn man sie nach der Zahl der Katabothra rechnen will, viele. Ich habe im Ganzen nur fünf Katabothra gesehen, die in Thätigkeit waren, d. h. die, bei dem zur Zeit meiner Reise am See sehr hohen Wasserstande, die Gewässer aufnahmen. Ich glaube, man darf die Zahl derselben nicht viel höher als auf das Doppelte anschlagen. Am richtigsten rechnet man aber die Zahl der Gänge nach der Zahl Kephalaria, da es gewiſs ist, daſs sich von mehreren Katabothren die Gänge unterm Berg vereinigen und ein gemeinschaftliches Kephalarion haben. Darnach giebt es nun nur vier Gänge oder Gangsysteme, von denen drei in dem niedrigen Kalkgebirge zwischen dem Chlomo und dem Ptoon liegen, der vierte aber südwestlich vom Ptoon unter dem Sphingion.

Die Katabothra haben durchgehend dieselbe Form. Sie befinden sich nicht, wie man zu glauben geneigt seyn möchte, da, wo das Ufer am niedrigsten ist, und der See am tiefsten in's Land einbuchtet, sondern im Gegentheil wo das Ufer am höchsten und am meisten felsig ist Gerade wo der hohe kahle Felsrücken am weitsten in den See hinaustritt und eben in diesem Fels sind die Katabothra. Sie sind sichtbar von der Natur gebildet, so regelmäſsig auch häufig der Einschnitt in das Fels-Ende erscheint, an dessen innerer Wand sich die Höhlung befindet, durch welche das Wasser in den Gang

eindringt. — Die Entstehung der Gänge und ihrer Katabothra scheint sich am einfachsten so zu erklären: Wie die Kruste einer kochenden Masse hob sich das Kalkgebirge empor und wurde dadurch im Innern hohl. Während sich die Kruste abkühlte, suchten die Dämpfe im Innern einen Ausweg, den sie am leichtesten da fanden, wo sich die gehobene zähe Masse von der fest gebliebenen Begränzung loszureifsen strebte, und wo sie zugleich am ersten in einen spröden Zustand überging. So geschah es, dafs gerade am Ende der Gebirgsrücken Stücke abgerissen wurden, und dafs, statt der allmäligen Abdachung, eine gerade Felswand mit einer Höhlenöffnung sich darstellte. Dafs nun häufig an den Seiten dieser Felswand das Gebirgs-Ende ganz ausläuft, hat ohne Zweifel darin seinen Grund, dafs die andrängendem Dämpfe auf diese nicht unmittelbar wirken konnten, und es von der Gewalt der Bewegung und der Beschaffenheit des Steins abhing, ob das ganze Ende des Bergrückens oder nur das Stück, welches die Höhlung schlofs, abgerissen wurde. — Dafs übrigens die Kunst nachgeholfen habe, sieht man deutlich an den neben den Katabothren liegenden abgehauenen Steinstückchen; doch rühren diese vielleicht weniger von einer Glättung der Wände, als von der Wegräumung der bei der ursprünglichen Sprengung in die Höhlung hinabgefallenen Felsblöcke her.

Die Katabothra befinden sich an dem östlichen Theil des Sees. — Hier gegen Norden ist ein sehr grofses Katabothron östlich von einer Anhöhe mit antiken Fundamenten, unter einem Fels, auf dessen Höhe eine alte Mauer-Einfassung von 80 Fufs im Quadrat, wahrscheinlich der Bezirk eines Heiligthums, sich befindet. — Nach der Richtung des Gebirgszuges zweifle ich nicht, dafs dieses Katabothron in einen Gang führt, dessen Kephalarien die mächtigen Quellen sind, welche 10 Minuten südlich von der südlichen langen Mauer von Opus, unmittelbar aus dem steilen Felsen rechts von dem engen

Pafs, den links das Meer begränzt, mit grofser Wasserfülle hervorbrechen, so dafs sie gleich drei Mühlen, τοῦ παπᾶς genannt; treiben. Die Quellen selbst, deren Gang auf seinem, 2 bis 3 Stunden langen unterirdischen Wege von der Kopais wahrscheinlich ein Salzlager berührt, haben von ihrem etwas salzigen Wasser den Namen Armyro, d. i. ἁλμυρόν. — Ob an dem nördlichen Ufer dieses Theils der Kopais, westlich von dem erwähnten, noch andere Katabothra sind, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, da es mir gerade an dem felsigen Theil des Ufers unmöglich war, mich dem See zu nähern. Die Natur des Ufers liefs indefs mehrere vermuthen, die dann wahrscheinlich ihre Gänge vereinigen, und alle zu dem Gangsystem von Armyro gehören.

An der Ostseite des östlichen Theils des Sees sind drei Katabothra. Von diesen läfst sich, nach der Erfahrung der Umwohner, mit Sicherheit behaupten, dafs die beiden nördlicheren ihre Gänge unter dem Berg vereinigen und ihr gemeinschaftliches Kephalarion oberhalb Ober-Larymnä haben, da, wo der Kephissos nach einem unterirdischen Lauf von $\frac{3}{4}$ Meilen aus unzähligen Felsspalten mit Gewalt hervordrängt und gleich einen breiten Strom bildet, dessen Länge bis zum Meerbusen von Unter-Larymnä ein Leichtgegürteter in einer halben Stunde zurücklegt. Im August ist das Wasser der See-Ebene gewöhnlich schon so weit gesunken, dafs diese beiden Katabothra kein Wasser mehr aufnehmen, und folglich auch der Kephissos jenseits des Berges bei Ober-Larymnä zu fliefsen aufhört. Man kann um diese Zeit trocknen Fufses in den Gang hineingehen.

Das dritte Katabothron der Ostseite führt in den dritten Gang, dessen Kaphalarion sich, bei Skroponeri oder Anthedon, unmittelbar am Ufer des tiefen Meerbusens öffnet. Oberhalb des Katabothrons ist ein tiefes verticales Loch im Kalkfelsen, in das man hinuntersteigen kann. Hier erscheint der Flufs in einem andern Arm

nach kurzem unterirdischen Laufe noch einmal, um sich dann in einem mehrere Meilen langen Gange zu verbergen, bis er bei Skroponeri, unter dem Ende eines langen Bergrückens, auf dem noch die Häusermauern des alten Anthedons stehen, gleich den andern Armen, aus Felsspalten, und hier auch aus dem sandigen Meerufer, und aus dem Boden des Meeres selbst, als süfses Wasser durch die Salzfluth sich hervordrängt. Dieses Kephalarion fliefst das ganze Jahr gleich stark, und sein Katabothron ist, nach der Aussage der Einwohner von Martini, das einzige, welches das ganze Jahr hindurch Wasser aus dem Kephissos aufnimmt, auch dann noch, wenn der See wieder zur Ebene geworden, und nur das tiefer liegende, wieder zu Tage getretene Flufsbett des Kephissos noch Wasser enthält.

Der vierte Gang, oder das vierte Gangsystem, liegt unter dem Sphinx-Berge, und leitet das Wasser aus der Kopais in den kleinen See Hylika oder Likaris (von Ὑλικάριον, dem Diminutiv von Ὑλική). Selbst habe ich unter den Wurzeln des Sphingion, wegen des hohen Wasserstandes, nur Ein Katabothron erreichen können; doch versicherte mich der Demogeront von Akräphniä, längs dem Ufer von Karlitza bis Mulci (von Akräphniä bis Haliartos) sey »alles Katabothron,« allein sie seyen verstopft — ein gewöhnlicher Irrthum, entstanden aus dem Bemühen, den höheren Wasserstand zu erklären. Das Katabothron, welches ich unterm Sphingion sah, zeigte durch sein tiefes klares Wasser und die sehr geringe Strömung auf der Oberfläche, dafs es die Eigenthümlichkeit aller übrigen theilte, und wohl keinesweges durch Verstopfung im Katabothron oder im Gang, sondern allein durch die enge Oeffnung des Kephalarions der schnellere Abfluſs gehindert werde.

Die Mündung der Sphingiosgänge in die Hylika liegt wahrscheinlich unterhalb des Niveaus dieses kleineren Sees, so dafs sie bei dem sich ziemlich gleich bleibenden

Wasserstande desselben nicht leicht sichtbar seyn werden, aufser in aufquillendem Wasser im See selbst. — Nicht unwahrscheinlich ist es, dafs aus der Hylika ein unterirdischer Kanal in den kleinen See von Morikios oder Hungru (so heifst ein Dorf am See), bei Strabo Schönos, und von da ein anderer unter dem Messapios bis an's Meer führe, wo das Kephalarion dieses Ganges die Quelle wäre, welche unter dem Ende eines Bergrükkens sich befindet, der, vom Messapios herablaufend, südöstlich vom Lukischia nahe an's Meer tritt und mit diesem einen engen Pafs bildet. Auch diese reichfliefsende Quelle ist salzhaltig, vielleicht in Folge der Berührung eines Salzlagers durch den Gang. Die Hylika ist ein tiefer Kessel, *ringsumher* von hohen Felsen umgeben, mit aufserordentlich klarem, sehr tiefem Wasser, ohne eine Spur von Wasserpflanzen oder Kräutern überschwemmten Landes — so viel ein Blick von der Höhe des Klimatarias, eines treppenähnlichen Weges über einem Felsen an diesem See, unweit Akräphinä, wahrzunehmen gestattete. Es kann daher von einer Mündung des Ismenos und anderer kleiner Flüsse der Thebais in die Hylika nicht die Rede seyn, vielmehr bilden diese südlich von der Hylika einen ganz gesonderten Sumpf von unbedeutender Tiefe. Dieser mufs die λιμνὴ τῆς Θήβας seyn, die man eben so wenig mit der Hylika als mit dem See von Morikios oder Hungru verwechseln darf. Wheler hatte über jenen »See von Theben« erfahren, dafs er alle dreifsig Jahre ganz austrockne, was sehr wahrscheinlich in Beziehung auf jenen Sumpf, nicht aber, wie es angewandt wird, in Beziehung auf die Hylika, die gewifs seit Menschengedenken niemals ausgetrocknet gewesen. Die Hylika erhält keinen offenen Zufluſs aus irgend einem Bach. — Ob nun das Gangsystem des Sphingion weiter reiche, als bis an die Hylika, ob diese Katabothra habe, welche das Wasser in den kleinen See von Morikios führen, ist bisher noch nicht erforscht, und ge-

gen die Verneinung dieser Frage dürften sich vor der Hand keine erheblichen Gründe anführen lassen, bis der Wechsel des Wasserstandes der Hylika näher beobachtet ist.

Aus den bisherigen Untersuchungen aber ergeben sich nun folgende, auch für die Wiedergewinnung der Seeebene zum Ackerbau wichtigen Resultate.

Die kopaische Ebene *wird alljährlich* zum See, ist aber nicht permanent ein See.

Es fragt sich also nicht, wie man den See ein für alle Mal ableite, sondern wie man die Ableitung beschleunige, so dafs der See nicht, wie jetzt, erst im Herbst, sondern im Frühling zur trocknen Ebene werde.

Die Kephalaria leiten noch immer eben so viel Wasser aus dem See ab, als sie jemals abzuleiten im Stande gewesen sind.

Es findet also durchaus keine Verstopfung der natürlichen unterirdischen Kanäle statt, oder wenn sie stattfindet, so ist sie doch bisher ohne den geringsten Einfluſs auf die gröfsere oder geringere Schnelligkeit des Abflusses; es kann also eine Reinigung der Katabothra für den Zweck der schnelleren Ableitung des Sees nur nutzlos seyn.

Der einzige Grund eines geringeren Abflusses oder gänzlichen Aufhörens des Abfliefsens durch die Kephalaria ist das Sinken des Niveaus des Sees unter die Schwelle des Katabothrons, also der Mangel an Zufluſs.

Das nächste Mittel zur Beschleunigung des Abflusses des Sees ist die *Erweiterung der Kephalaria.* Wenn wahrscheinlich gemacht ist, dafs die Gänge da am weitsten sind, wo der Gangberg am höchsten und breitsten, und da am engsten, wo der Berg am niedrigsten, also an dessen zur Fläche zich abdachenden Enden, wo die Kephalaria; so ist auch die gröfste Wahrscheinlichkeit, dafs schon durch Wegbrechen eines geringen Theils des Felsendes, oder durch Einhauen oder Aussprengen eines

dem Gang begegnenden *kurzen* Stollens, der erstrebte Zweck vollkommen erreicht werde.

Es giebt aufser der Erweiterung der Kephalaria nur Ein Mittel, den Ablauf der Gewässer zu beschleunigen, und dieses haben die Hellenen des höchsten Alterthums, das bisher entwickelte Verhältnifs der Katabothra, Gänge und Kephalaria nicht beachtend, angewandt. Sie haben, ohne weitere Berücksichtigung der natürlichen Gänge, zwei neue künstliche unterirdische Gänge, die wir *Stollen* oder *Emissäre* nennen, durch das Felsgebirge gehauen, von denen der eine vom östlichen Ende des See's bis zum Kephalarion von Ober-Larymnä, nördlich von dem nördlichsten der drei östlichen Katabothren, und fast parallel mit dessen Gang liegt, der andere zwischen dem Sphingios und Ptoon unter der Ebene von Akräphniä hindurch in die Hylika führt.

Wir lernen aus römischen Schriftstellern, dafs man solche unterirdische Gänge nach oben mit Oeffnungen versah, hauptsächlich zur Einlassung von Luft, daher unsere Bergleute sie Wetterschächte nennen. Solche Oeffnungen, verticale Schächte, finden wir nun sowohl bei Emissären von Albano und Fucino, als bei der langen unterirdischen Wasserleitung, die südlich von dem kleinen Turko-Vuni-Gebirg, von dem Fufs des Brilessos (Pentelikos) über Ampelokepos nach Athen führt. Solche verticale Oeffnungen sind die viel besprochenen tiefen viereckigen Löcher, von 3 bis 4 Fufs im Quadrat, zwischen Martini und dem See. Kein Reisender hat sie bisher für das erkannt, was sie sind. Zu der ganz irrthümlichen Voraussetzung, dafs sie gemacht seyen zur Reinigung der *natürlichen* Katabothra, ist die irrige Uebertragung des Namens Katabothra auf diese Schächte selbst hinzugekommen, um die Vorstellungen über dieselben noch mehr zu verwirren. Bis in die neueste Zeit herrscht selbst in Griechenland die Meinung, man könne durch die Schächte die vermeintlich verstopften Katabothra rei-

nigen, da doch die Lage der natürlichen Katabothra und die Lage der Reihe dieser Schachte lehrt, dafs es ganz unmöglich ist, dafs die letzteren in die Gänge der ersteren hinabführen und mit diesen in irgend einer Verbindung stehen. Die natürlichen Gänge laufen augenscheinlich unter der Höhe des Bergs hin, während die verticalen Schächte sich an der Seite des Berges *im Thale* befinden. Es gränzt nämlich nördlich an den Bergrücken, worin das nördlichere Katabothron des Ganges von Ober-Larymnä, ein kleines Stück der See-Ebene, welches im Mai 1834, und wahrscheinlich zu allen Zeiten, vom See unbedeckt bleibt. Aus dieser Ebene zieht sich ein kleines Thal, eine Senkung, nördlich von dem Berg, der den Katabothrengang deckt, in ziemlich gerader Richtung nach Osten, und mündet in eine kleine Ebene, an deren südöstlichem Winkel das Kephalarion von Ober-Larymnä unter dem Ende des erwähnten Berges sich öffnet. In dieser Senkung sind jene Schächte, ungefähr zwanzig an der Zahl, alle mehr oder weniger mit Schutt angefüllt, und gegenwärtig ohne eine sichtbare oder hörbare Spur fliefsenden Wassers. Trotz des hineingefallenen Schuttes erkennt man doch leicht, dafs sie desto tiefer sind, je höher sich das Terrain hebt. Der westlichste Schacht ist noch in dem erwähnten kleinen Stück der See-Ebene wenige Fufs über dem höchsten Wasserstande. Es würde nur einer geringen Ausgrabung bedürfen, um auf den Boden dieses Schachtes, und folglich auch zu dem horizontalen Stollen zu gelangen, der unter allen diesen Schächten hinläuft. Im August und September würde ein solcher Versuch von dem durchseihenden Wasser wahrscheinlich keine Störung zu befürchten haben. — Es ist sehr begreiflich, dafs man den unterirdischen Emissär da anlegte, wo es einer geringeren Tiefe der verticalen Schächte und einer geringeren Länge des Stollens bedurfte, also in der Niederung. Und in der That giebt es kein Terrain zwischen dem östlichen Ende des Sees

und dem Meer, wo man mit weniger Mühe einen solchen Emissär hätte durchhauen können, wiewohl auch hier die Länge desselben gegen $\frac{3}{4}$ einer deutschen Meile, die Tiefe des tiefsten Schachts über 50 F. betragen mag.

Sey es nun, dafs diefs enorme Werk für die schnelle Ableitung des Kephissos nicht ausreichte, oder dafs andere, vielleicht politische, Ursachen mitwirkten, — auch unter der *Ebene* von Akräphniä führte man zur Ableitung der Kopais in die Hylika einen ähnlichen, aber kürzeren Stollen mit ähnlichen Schächten, deren ich acht zählte, deren Zahl jedoch der Demogeront von Akräphniä auf funfzehn angab. Da diese Ebene beackert wird, so sind die Schächte theils mehr angefüllt, theils deshalb weniger beachtet, weil der Weg nicht so unmittelbar neben ihnen vorbeiführt.

Wann diese grofsen Werke ausgeführt sind, darüber schweigt die Geschichte. Es sind aber diese Emissäre, und nicht die keiner Reinigung bedürftigen Katabothra, welche Krates, der Berghauptmann des Alexander, zu reinigen anfing, ein Unternehmen, über das es keinen ungeschickteren Bericht geben kann, als den des Strabo, der dieser Gegend gänzlich unkundig ist. Darf man von dem Reichthum der Orchomenier, ihrer Baufertigkeit, die sich im Schatzhaus des Minyas, ihrer Geschicklichkeit im Aushauen von Felshöhlen und Gängen, die sich in der Höhle des Trophonios in Lebadeia offenbart, einen Schlufs ziehen, so gehören auch die Emissäre jener vorhistorischen, mythischen, chronologisch durchaus unbestimmbaren Zeit an. Ohne sie war der Reichthum von Orchomenos eine Unmöglichkeit; ohne sie wäre damals, wie heute, das Wasser hoch über die Saatfelder getreten, und hätte damals, wie heute, alle Erndte auf der weiten fruchtbaren Ebene vereitelt. — Wir zweifeln kaum, dafs die Erweiterung der Kephalaria die schwierigere Arbeit der Reinigung der künstlichen Emissäre überflüssig machen werde.

## II. *Ueber die hydrographischen Verhältnisse Morea's, besonders über den See Phonia; von Hrn. Boblaye.*

[Mit einigen Abkürzungen aus den *Annal. des mines, T. IV. p. 99*, wo der Aufsatz aus dem fünften Kapitel der *Description de la Morée* des Verfassers entlehnt ist.]

Auf einem grofsen Theile der Küstenländer des Mittelmeers zerfällt das Jahr, wie unter den Tropen, in zwei scharf geschiedene Zeiten, in die Zeit des Regens, die vier bis fünf Monate dauert, und in die der Dürre. Die jährliche Regenmenge beträgt in Morea mehr als ein Meter, wenigstens auf den Abdachungen nach Süden und Westen. Ein Theil dieser ungeheuren Wassermasse gelangt, wegen der Abschüssigkeit und Kahlheit der Berge, unmittelbar und sehr schnell in's Meer. Der Ueberrest sammelt sich in den hohen geschlossenen Becken des Innern oder verliert sich in den Klüften, welche die Formation der dichten Kreide nach allen Richtungen durchsetzen. In beiden Fällen wird er die Speise wahrhafter unterirdischer Flüsse, welche die Gebirge durchdringen und am Ufer oder unter dem Meeresspiegel wieder hervorkommen. Quellen, von diesen Flüssen gebildet, nennen die Griechen, zur Unterscheidung von den gewöhnlichen Quellen, Kephalovrysi oder Wasserhäupter [1]).

Die Gestaltung des Bodens zu geschlossenen Bekken, meistens ohne beständige Seen, sind nicht blofs Morea eigen, sondern finden sich auch in ganz Griechenland, Italien, einem Theil der iberischen Halbinsel, Kleinasien und Syrien, kurz in der ganzen Zone der secundären Formationen des mittelmerischen Bassins.

Im ganzen übrigen Europa, wo die Gewässer von

1) Auch Kephalaría, wie aus dem vorhergehenden Aufsatz erhellt. *P.*

einer geringen Anzahl allgemeiner Abhänge aufgenommen werden, schliefsen sich dieselben von den Hochgebirgen bis zum Meere regelmäfsig an einander, oder verzweigen sich um einige Gebirgsstöcke. Die Geographen dieser Länder, verleitet durch die ihnen bekanntesten Verhältnisse und durch die systematische Idée von einem Auswaschen der Thäler durch die Gewässer, betrachten die regelmäfsige Verknüpfung als das allgemeine Gesetz und die andere als eine seltene Ausnahme oder einen blofsen Zufall.

Wenn sich indefs auch die Regelmäfsigkeit in den grofsen Ebenen Nordeuropas von der Verknüpfung der Gewässer bis zu den Gestaltungen und Beziehungen der Thäler erstreckt, so verhält es sich doch nicht so in den Gebirgsländern, wo man vielmehr, wie in der Zone des mittäglichen Europa, terassenartig über einander liegende Becken durch Klüfte verbunden antrifft. Allein man ist so von systematischen Ideen eingenommen gewesen, dafs man sie nicht gesehen hat, und dafs sie selbst auf den topographischen Karten fehlen, die, man darf es wohl sagen, noch heute die Gestalt des Bodens durch eine aus denselben hydrographischen Inductionen abgeleitete conventionelle Methode entstellen.

Dem Geologen kommt es zu, diese Fehler der Topographie zu berichtigen. Vertraut mit den Verrückungen, welche die Erdkruste in verschiedenen Richtungen erlitten hat, mufs er glauben, dafs die Bildung geschlossener oder nur durch blofse Schlünde in Gemeinschaft stehender Becken fast eben so allgemein ist, und dafs der ununterbrochene Zusammenhang der Gewässer und Thäler nur das Resultat ist von dem Mangel an Verrükkungen, in einigen Gegenden, und von langsamen Umänderungen der ursprünglichen Gestaltungen, in andern. Allein man kann fragen, warum diese Umänderungen, welche in den gehobenen und zerrissenen Boden von Frankreich, England, Schweden und Deutschland alle

Gewässer, von Thal zu Thal, von den höchsten Gebirgsrücken bis zum Meere gelangen liefsen, diefs nicht thaten in den Regionen des mittäglichen Europas, wo vielmehr das Centrum der Inseln und Continente aus gesonderten hydrographischen Becken aller Gröfsen gebildet geblieben ist.

Zwei Ursachen können zu dieser Erscheinung beigetragen haben, eine meteorologische und eine geognostische; und wir glauben, dafs nur allein die zweite auf die geschlossenen Becken der Gebirgsgegenden Griechenlands und Italiens angewandt werden kann.

Wenn ein Becken ohne unterirdischen Abfluſs getrennt von tiefer liegenden Thälern bleiben soll, mufs für das gesammte Becken die Menge des gefallenen Wassers mit der des verdampften in Gleichgewicht stehen oder die letztere vorwalten; oder anders gesagt, die Menge des von der Oberfläche des Behälters verdampfenden Wassers mufs eben so grofs oder gröfser seyn als die Summe des gefallenen und des durch die Zuflüsse herbeigeführten Wassers. Diese Bedingung ist aber in dem gröfsten Theile von Europa lange nicht erfüllt, und, wie wir beweisen werden, auch nicht auf Griechenland anwendbar. Man begreift alsdann wie, unabhängig von steter Herbeiführung von Alluvionen, das allmälige Steigen der Gewässer die geschlossenen Becken mit tiefer liegenden Thälern in Gemeinschaft setzt, wie man es fast in ganz Europa sieht, während dieselben meteorischen Einflüsse, im Süden und Osten, die Gewässer des kaspischen Meeres und anderer geschlossener Seen in Asien im Gleichwicht erhalten, und, noch weiter gen Süden, Binnenmeere fortwährend verkleinern und selbst schon ganz ausgetrocknet haben.

Der See Phonia [1]) in Morea, welcher 1814 nicht vorhanden war, gegenwärtig aber, ungeachtet der Kleinheit seines orographischen Beckens, eine Tiefe von 40

1) Im Alterthum: Pheneos. *P.*

Meter besitzt, zeigt, wie die erwähnten Gleichgewichtsbedingungen bei weitem nicht vorhanden sind, wenigstens nicht in den Gebirgsgegenden.

Die Abhänge verschiedener geschlossenen Becken sind so steil und so kahl, daſs die Regenwässer fast gänzlich in den Behälter flieſsen. Es würde also zum Gleichgewicht erforderlich seyn, daſs die an dessen Oberfläche verdampfte Wassermenge um eben so viele Male die in das Becken gefallene überträfe, als die gesammte Oberfläche des Beckens gröſser ist als die des Behälters, was nicht annehmbar ist.

Wir müssen daraus schlieſsen, daſs das Vorkommen aller dieser geschlossenen Becken ohne beständige Gewässer und ohne äuſsere Verbindung in Griechenland von andern Ursachen als atmosphärischen abhängt, und bloſs durch die Natur des Bodens erklärlich ist.

Wir bemerken zunächst, daſs die dichten Kalksteine, welche die Einfassungen dieser geschlossenen Bekken bilden, angeschwemmte Massen in weit geringerer Menge bilden als die Secundär- und Tertiärformationen, selbst als die Schiefer- und als andere ältere Gesteine des nördlichen Europas; und daſs überdieſs diese Trümmer weit leichter vom Wasser durchdrungen werden als die der eben erwähnten, alle mehr oder weniger thonigen Formationen. Es folgt daraus, daſs die Verschüttung von Höhlen weit weniger rasch vor sich gehen, und daſs die Infiltration die Wirkung unterirdischer Abflüsse, der wahren Ursache des Phänomens, erleichtern müsse.

*Von den Schlünden.* In jedem geschlossenen Bassin giebt es einen oder mehre Schlünde, in welchen sich die Gewässer der Sturzbäche verlieren. Man belegt sie gegenwärtig im ganzen Griechenland mit dem Namen *Katavothra* [1]), die Alten nannten sie *Zerethra* und *Chasma*. Sie

1) Man spricht im Neugriechischen *Katavothra*, schreibt aber: *Katabothra*. *P.*

Sie liegen gewöhnlich am Fuſs der Gebirge, welche das Becken einfassen; und in den Felsen dieser Umgebungen findet man immer offene Spalten, Risse und oft örtliche Störungen in der Schichtung; sie entsprechen gewöhnlich den Pässen, zuweilen aber auch den Kämmen der Gebirgsketten.

Findet sich der Schlund mitten in der Ebene, wie zu Kavaros (Pyrrichus), auf der Halbinsel Tenaron, und zu Tripolitsa, so erkennt man ihn im Sommer nur an einer Ablagerung von rothem, ganz zerborstenem Schlamm; liegt er aber in Felsen, am Fuſs der Gebirge, so ist er oft so geräumig, daſs man hineingehen kann; von dieser Art sind die Schlünde der Seen von Stymphalos und Copais; des der Tipiana, bei Mantinea, in dessem Innern man eine Mühle angelegt hat. Man findet darin Grotten mit glatten Wänden, enge Kanäle und Seen, wie in den so vielfach beschriebenen Höhlen.

Die Spalten, die Urheber der Austrocknung der geschlossenen Becken, sind offenbar Folge der Härte und groſsen Brüchigkeit des dichten Kalksteins, welcher bei der Verrückung des Bodens zerrissen wurde, und dabei viele leere Räume und Trümmerstücke hinterlieſs.

Ein Umstand, der überdieſs den Abfluſs der Gewässer und die Bildung solcher Höhlen begünstigt, ist das Daseyn einer unter dem Kalk liegenden groſsen Sandsteinformation (Grünsand), welche die Gewässer mit Leichtigkeit fortspülen. In Folge deſs haben die Höhlen zugenommen, und sich momentan schlieſsen können, wenn die Stützpunkte zu mangeln anfingen.

Da die meisten dieser Schlünde unzureichend sind, die gesammten Wässer der Regenzeit abzuführen, so bildet sich um ihre Mündung ein See. Der Boden erhöht sich durch abgelagerte Anschwemmungen, und die Bäche können bald nichts mehr dahin führen, als Sand, Schlamm und schwimmende Ueberreste von Pflanzen und Thieren. Endlich wird die Erhöhung des Bodens so groſs, daſs

sich die Bäche in einen andern Theil der Ebene ergiefsen, wo sie gewöhnlich neue Oeffnungen finden, und so, indem sie allmälig die ganze Ebene durchlaufen, diese fast in einem gleichförmigen Niveau erhalten. So verhält es sich gegenwärtig mit allen Bächen der Ebene von Tripolitsa.

Im Sommer trocknen diese Seén mehr oder weniger vollständig aus, und auf ihrem röthlichen Boden werden dann die Schlünde sichtbar. Der Eingang derselben, welcher fast immer durch eine in der Feuchtigkeit daselbst üppig wuchernde Vegetation versteckt ist, wird nun sieben Monate lang der Schlupfwinkel von Füchsen und Schakals, welche ihre Beute dahin schleppen [1]). An der Mündung eines dieser Schlünde habe ich das Gerippe eines ganzen Pferdes liegen sehen, welches die Fleischfresser zum Theil abgenagt hatten, ohne es hineinschleppen zu können. Nicht lange hernach werden die Knochen dieses Gerippes, welches die Spuren ihrer Zähne an sich trug, in die schlammigen Ablagerungen der Höhle versetzt worden seyn, inmitten der umher gerollten Knochen und Skelette, welche die Gewitterregen oft hineinspülen müssen. Man sieht hieraus, wie in allen Gegenden die Höhlen in der trocknen und nassen Jahreszeit abwechselnd der Wohnort von Fleischfressern und der Abfluſs der Gewässer werden können, und dafs die ausschliefslichen Ursachen, durch welche man das Vorkommen von Knochen in Höhlen hat erklären wollen, unrichtig sind.

Wir haben eben gezeigt, dafs die Gewässer des Innern von Morea sich in wahrhaften Knochenhöhlen verlieren, und durch unterirdische Kanäle zum Meere gelangen. Das Nachstehende wird diefs vollends beweisen.

Die Verstopfung der unterirdischen Kanäle ist eine häufige Erscheinung, welche, von Alt- und Neugriechen

1) Nach der Aussage der Einwohner ziehen die Wölfe sich nie dahin zurück.

beachtet, ihnen Gelegenheit gegeben hat, den unterirdischen Abfluſs mehrer der geschlossenen Becken kennen zu lernen. So haben sie erkannt, daſs die Gewässer des Sees von *Stymphalos* den *Erasinus* bilden, die der Ebene von *Argos*, bei *Mantinea*, den unterirdischen Fluſs *Dina*, welchen die Neugriechen *Anavolo* nennen; die des Sees Phonia, die schönen Quellen des *Ladon*, unterhalb *Lycuria* u. s. w.

In diesem Augenblick zeigt der See *Phonia* die Erscheinung von verstopften Schlünden in einer sehr merkwürdigen Weise. Drama-Aly, der letzte Bey von Korinth, hatte auf drei Mündungen Roste legen lassen. Zu Anfange der griechischen Revolution wurden diese abgenommen, und alsbald war eine reiche Ebene in einen See verwandelt, der, wie schon gesagt, an einigen Orten 40 bis 50 Meter tief, und 6 bis 8000 Meter breit ist.

Vor mehr als einem Jahrhundert stiegen die Gewässer sogar zu noch gröſserer Höhe an. Rings um den ganzen See, mehr als 100 Meter über seinem gegenwärtigen Spiegel, sieht man nämlich auf den Boden und in Felsspalten Spuren eines röthlichen Schlammes abgelagert, auch einen mit der Knochenbreccie identischen Kitt eine röthliche Linie an der alten Ufergränze hinziehen. Gegenwärtig sind die Gewässer fortwährend im Steigen begriffen, und sie könnten leicht eine Höhe von 400 Metern erreichen, ehe sie einen Abfluſs in die Ebene von Orchomenos finden, wenigstens wenn die Schlünde nicht durch den Druck des Wassers oder durch Erderschütterungen geöffnet werden.

Es scheint, daſs in alter und neuer Zeit diese häufigen Verstopfungen und Wiedereröffnungen der Schlünde des Phonia von Erdbeben abgeleitet wurden. So sagt Eratosthenes, wie Strabo anführt: Zuweilen geschah es, daſs, in Folge der Verstopfung der Schlünde, das Wasser die Ebene überschwemmte, und wenn sie sich wieder öffneten, floſs es schnell ab, um die Quellen des

Ladon und des Alpheus zu vergröfsern; dadurch wurde einst die Umgegend des Tempels von Olympia überschwemmt, in einem Augenblick, wo die Sümpfe ausgetrocknet waren. Strabo fügt hinzu, dafs, als zu einer andern Zeit die Wände der Schlünde, durch welche die Wässer abflossen, in Folge von Erdbeben eingestürzt waren, die Quellen des Ladon gänzlich versiegten.

Die Auskehrung der unterirdischen Kanäle nach deren Verstopfung in Folge von Erdbeben oder anderen Ursachen, und die Leichtigkeit, mit welcher ein in der Ebene, in Folge der Erhöhung ihres Bodens, ausgetretener Bach einen andern Abfluſs findet, zeigen, dafs die Entstehung der inneren Höhlen eine Erscheinung ist, welche unserer Zeit angehört, und übrigens seit der subapenninischen Epoche hat eintreten müssen, weil die Existenz der geschlossenen Becken älter ist als sie. Wir würden also in den Höhlen von Morea fossile Knochen aus dieser Periode antreffen, wenn die Hebung der grofsen Alpenkette den Boden von Morea wie den des südlichen Frankreichs verschoben und das Innere der Höhlen blofs gelegt hätte.

Die *Kephalovrysi.* Mit diesem Namen (wörtlich *Wasserhäupter*) bezeichnet man die unteren Mündungen der unterirdischen Kanäle. Von anderen Quellen unterscheiden sie sich nicht nur durch ihre Wasserfülle, sondern auch durch ihre Beständigkeit in allen Jahreszeiten und durch ihre unregelmäfsigen Unterbrechungen.

Die Lage der Kephalovrysi scheint uns durch geognostische Verhältnisse bedingt zu seyn. In dem Gebirge wie an den Quellen des Ladon und denen des Buphagus [1]), bei Karytena und an mehren anderen Orten finden sie sich auf den Mergelschichten, die unter der grofsen Kreide- und Grünsandformation liegen; und in Lakonien an der Berührung des Marmors mit der Schie-

1) Wir sind gezwungen die alten Namen zu geben, da diese Flüsse keine neuen Namen führen.

ferformation. Am wasserreichsten öffnen sie sich aber an der Küste und in der Ebene auf den horizontalen Curven, welche die alten Uferlinien bezeichnen.

Von der Art ist die Lage der Quellen von Lerna, des Erasinus, von Tirynth, von Candia in Argolis und der prächtigen Quellen von Skala im Helos; oft endlich brechen sie unter dem Meere heraus, wie zu Anavolo, bei Astros, und an vielen Punkten der zerrissenen Küste von Argolis, Lakonien und Achaja.

Der untermeerische Flufs von *Anovolo* (Dina) [1]) bietet die schönste Erscheinung dieser Art dar; 300 bis 400 Meter vom Ufer sieht man, bei Windstille, die ausbrechende Fluth um einen sehr gewölbten Theil grofse concentrische Bogen beschreiben und auf eine sehr beträchtliche Strecke Sand auswerfen. Das Ufer bietet eine concentrische Senkung von etwa 100 Meter Höhe dar, eingeschnitten in die Seiten des Berges von Zavitsa. (Man sehe die neue Karte von Morea, Blatt III); eine Thatsache, worin man nichts anderes als das Zusammensinken der nicht durch eine Auswaschung, sondern durch Fortspülung gebildeten Höhlungen erkennen kann.

Die Ebene von *Argos* ist umgeben von diesen Kephalovrysi, deren Wässer die pestilentialischen Sümpfe erzeugen, welche die Fabel in der *Lernäischen Hydra* personificirt hat. Sie alle liegen ungefähr in gleichem Niveau; die höchsten nicht über 20 Meter über dem Meere; alle entspringen aus zerborstenen Schichten von Breccie und eisenschüssigen Puddingsteinen, welche in diesen Gegenden, nach der Ablagerung der subapenninischen Formation, eine Küstenböschung bildeten. Die Knochenbreccie des Mittelmeers und die eisenschüssigen Alluvionen von Morea sind gleichzeitige Ablagerungen.

1) Pausanias hat diese Erscheinung beobachtet; allein der Text ist so dunkel und die Uebersetzungen sind so fehlerhaft, dafs wir niemals errathen haben würden, wovon die Rede sey, wenn wir nicht die Orte besucht hätten.

Zu bemerken ist, dafs die Quellen nicht an den Seitenwänden der Thalmündungen entspringen, sondern am Fufse der in die Ebene hinabreichenden Vorsprünge, wie wenn die Gewässer in den zerklüfteten Kalkschichten einen leichteren Durchgang gefunden hätten als in den jüngeren Ablagerungen der Thäler. So liegt die Quelle des Erasinus am Ende eines Vorsprungs, wo sich grofse Höhlen öffnen [1]), deren Boden nicht mehr als fünf Meter über der jetzigen Quelle liegt. Man sieht hier bis zur vollen Evidenz, dafs der Flufs aus diesen Höhlen entsprang, als an deren Fufs die eisenschüssigen Alluvionen abgelagert wurden, und dafs die Gewässer, erst nach der Anhäufung dieser Alluvionen und ihrer späteren Zerstörung durch das Meer, die Höhlen verliefsen, um sich unter den Alluvionen oder vielmehr am Fufs des Abhangs (*falaise*), welcher dem der gegenwärtigen Epoche voranging, einen Ausgang zu bahnen. Die Quellen von Lerna, Candia, Piada und alle an der Küste von Argolis, befinden sich in durchaus gleichen Lagen. Als wir die meisten Quellen Griechenlands an den Ufern in fast gleicher Höhe über dem Meeresspiegel hervordringen sahen, glaubten wir, dafs diese Erscheinung in gewissen Fällen von einem durch die grofse Dichte des Meerwassers erzeugten Rückdruck bewirkt werden könnte. Einen Beweis davon haben wir wenigstens in dem See von *Ino*, bei *Epidauros-Limera*, an der Küste von Monambasia, welchem seine Sonderbarkeit die Ehre eines Orakels verschaffte. Er ist eine kreisrunde Höhle von 4 bis 5 Meter Durchmesser mitten in einem dichten Kalkstein, welcher wie im ganzen Peloponnes zerklüftet und aufgerichtet ist. Ihr Abstand vom Meer beträgt nicht über 100 bis 150 Meter und ihre Höhe über demselben kaum 2 Meter. Obwohl ihre Tiefe unbekannt ist (mit 30 Metern war kein Grund zu erreichen), so ist sie doch in allen Jah-

1) Wir liefsen sie bis zu anderthalb Meter Tiefe ausweiten, ohne etwas anderes als Mist von Fledermäusen zu finden.

reszeiten bis zum Rande mit einem kaum brakischen Wasser gefüllt. Hiernach scheint der See für nichts anderes gehalten werden zu können als für den einen Arm eines Hebers, dessen anderer unter dem Meeresspiegel mündet, in einer Tiefe, welche, nach dem Dichtigkeits-Unterschied zwischen dem süfsen und salzigen Wasser, und nach der Höhe des Sees von zwei Meter, 77 Meter betragen würde.

*Temperatur* und *Beschaffenheit* des Wassers in den Kephalovrysi. Wir haben die Kephalovrysi der griechischen Küsten zu verschiedenen Jahreszeiten beobachtet, und mit Verwunderung wahrgenommen, dafs ihr Wasser, nach dem Schmelzen des Schnees, in der Regenzeit und in der langen Dürre des Sommers, immer dieselbe Klarheit, dieselbe Temperatur und dieselbe Ergiebigkeit behält.

Zur selben Zeit da die Schlünde der Becken im Innern des Landes eine ungeheure Masse dunkelroth'en schlammigen Wassers aufnehmen, sprudeln die Quellen an der Küste von Argolis hell und klar hervor, nur etwas kalkigen Sand mit sich führend. Das Wasser mufs also auf seinem unterirdischen Wege Seen antreffen, wo es die Sand- und Schlamm-Massen absetzt, und von wo es dann durch enge Kanäle weiter fliefst, die keine andere Anschwellung der Quellen als die in Folge einer Druckvermehrung erlauben.

Die grofse Menge Luftblasen, die sich im Frühling aus allen diesen Quellen entwickeln, besonders aus der des Erasinus, deuten wohl auf eine solche Zunahme des Drucks in der Luft der inneren Höhlen.

Unsere Beobachtungen über die Temperatur der Kephalovrysi führen zu denselben Resultaten. Wir haben die Temperatur der Quellen von Velonidia, beim Kap Maleion, von Skala, in Helos, von Musto, bei Astros, von Lerna und vom Erasinus sorgfältig zu verschiedenen Jahreszeiten genommen; alle diese Quellen bilden Flüsse

bei ihrem Austritt aus den Felsen, liegen nur wenige Meter über dem Meeresspiegel, und zwischen den Breiten 36° 30′ und 37° 34′. Ihre Temperatur fand sich zu allen Jahreszeiten gleich, nahm mit der Breite von 18° bis 17° C. ab. Das Mittel der Beobachtungen gab 17°,6 C.; und merkwürdigerweise stimmt nicht blofs dieser Mittelwerth mit der Mayer'schen Formel ($T=27°,5\,cos^2 L$) überein, sondern auch jede einzelne Beobachtung.

Diese constante und hohe Temperatur der Kephalovrysi, wenn die der Seen im Innern des Landes bis +6°, und, beim Schmelzen des Schnees, selbst bis +5° C. herabsinkt, zeigt uns ebenfalls das Daseyn grofser unterirdischer Seen und Kanäle, ein Resultat, zu welchem die Alten ebenfalls durch Beobachtungen gelangt waren.

»Es giebt im Peloponnes grofse Höhlen im Innern der Erde, wo sich durch den Zusammenfluss der Gewässer ungeheure Seen bilden« (Diodorus Siculus, *Lib. II cap.* 41.)

## III. *Beschreibung eines Apparates zur Hervorbringung eines Luftzuges und einiger damit angestellten Versuche; von C. Brunner.*

Vor mehreren Jahren beschrieb ich eine Vorrichtung zur Hervorbringung eines Luftzuges, um mittelst desselben die atmosphärische Luft sowohl quantitativen als qualitativen Prüfungen zu unterwerfen. Da dieselbe nicht blofs ihren damaligen Zweck in ausgezeichnetem Grade erfüllte, sondern seither noch zu anderen angewandt wurde, so halte ich es für nützlich, sie nach der neuesten Form noch einmal zu beschreiben und zugleich von einigen damit unternommenen Versuchen Kenntnifs zu geben, in der Hoffnung, dafs diese zu anderweitigen Anwendungen veranlassen werden. Da dieser Apparat vielleicht bald zu

den unentbehrlichen gehören dürfte, so will ich ihn mit einem passenden Namen zu bezeichnen vorschlagen, der aus seiner Wirkungsart abgeleitet ist, und nenne ihn *Aspirator*.

Seine Einrichtung, wie er sich für ein gewöhnliches Laboratorium eignet, ist am besten folgende:

*A* und *B* (Fig. 1 Taf. V) sind zwei gleich grofse cylindrische Gefäfse von Blech, jedes von ungefähr $\frac{3}{4}$ bis 1 Kub. Fufs Inhalt, oben und unten mit Boden geschlossen. Durch eine eiserne Stange *ab*, welche in dem Mittelpunkte der beiden einander zugekehrten Boden befestigt ist, sind dieselben in der Art verbunden, dafs sie ungefähr 6 Zoll weit von einander entfernt gehalten werden. Diese Stange hat in ihrer Mitte eine senkrecht auf ihre Richtung befestigte Querstange *cd*, welche als Axe in den beiden hölzernen Trägern *cf*, *de* sich drehen läfst, so dafs nach Belieben das eine oder das andere Gefäfs die obere Stelle einnehmen kann. Beide Gefäfse sind überdiefs durch zwei Röhren mit einander verbunden *fg*, *hi*, die in ihrer Mitte mit Hähnen versehen sind. Der eine dieser Hähne ist ein gewöhnlicher, der andere ist so gebohrt, wie es Fig. 2 Taf. V zeigt, wo *ab* den Luftkanal andeutet. Beide Gefäfse tragen eine kurze Messingröhre *k*, welche an einer Seite des Randes angebracht ist und mit einem Korke geschlossen werden kann. Diese Oeffnungen sind bei beiden Gefäfsen auf dem nämlichen Punkte angebracht, so dafs sie beim Umdrehen des Apparates um seine Axe immer an die nämliche Stelle kommen, und haben auch genau die nämliche Weite. Endlich ist an dem einen Gefäfse der ganzen Länge nach eine Glasröhre *lm* angebracht, durch welche der Wasserstand im Innern beobachtet werden kann.

Der Gebrauch des Instrumentes leuchtet von selbst ein. Ist nämlich das obere Gefäfs mit Wasser gefüllt, und öffnet man die Hähne so, dafs durch den einen das Wasser aus dem oberen in den unteren Behälter abfliefst,

während die in dem unteren enthaltene Luft durch den eben beschriebenen Hahn ausströmt, so wird die Atmosphäre den Raum im oberen Gefäfse zu erfüllen streben und durch die Oeffnung *k* einströmen. Hier wird also der Apparat anzubringen seyn, der die Substanz enthält auf welche die Luft einwirken soll, entweder in einer Wulfeschen Flasche oder in einer Röhre u. s. w. Ist das Wasser abgeflossen, so darf nur *k* geschlossen und der Apparat um seine Axe gedreht werden, um die Operation von Neuem zu beginnen. Um das Gefäfs in seiner Lage festzuhalten, ist an dem hölzernen Träger unten ein eiserner Haken angebracht, welcher in eine an dem unteren Behälter angelöthete Hülse (*n*) eingesetzt wird.

Der Aspirator gestattet mannigfaltige Anwendungen. Er dient:

1) Zu *eudiometrischen* Versuchen. Hierzu dient am besten die Einrichtung desselben, wie ich sie in dies. Ann. Bd. XXXI S. 1 beschrieben habe, mit Anwendung von Quecksilber oder Oel als Flüssigkeit.
2) Als *Hygrometer;* s. Bd. XX S. 274.
3) Zur Bestimmung der Kohlensäure und jeder andern in der Atmosphäre befindlichen Substanz; s. Bd. XXIV S. 569.
4) Als Abdampfungs-, Sublimations- und Trocknungs-Apparat.

Diese Anwendung gründet sich auf die bekannte Thatsache, dafs durch Entfernung des gebildeten Dampfes die Entstehung eines neuen Antheiles in hohem Grade befördert wird. Bekannt ist die von Liebig angegebene Vorrichtung zum Austrocknen (Annalen der Pharmacie, Bd. V S. 139). Zur Abdampfung einer Flüssigkeit kann entweder der nämliche Apparat dienen oder bequemer eine tubulirte Retorte, deren Hals man mit dem Aspirator verbindet und durch deren Tubulirung eine Röhre, entweder bis in die Flüssigkeit oder bis nahe an deren

Oberfläche eingesetzt wird. Diese Abdampfung kann auch als Destillation betrieben werden, erhält jedoch dadurch einige Einschränkung, dafs der Dampf von dem Luftstrome weggeführt wird und nicht leicht condensirt werden kann. Nur da, wo er von einer in der Vorlage befindlichen Substanz chemisch aufgenommen werden kann, ist diese Methode zu empfehlen. Sehr leicht geschieht aber auf diese Art die Sublimation von Substanzen, die eine etwas höhere Temperatur verlangen, wie Jod, Calomel, Zinnober u. drgl. Auch hier ist es gut den Dampf in Wasser oder eine andere Flüssigkeit zu leiten, indem man z. B. den Hals der Retorte in eine damit angefüllte tubulirte Vorlage steckt. Da wo bei einer solchen Arbeit der Zutritt des Sauerstoffs schädlich wäre, könnte man die einströmende Luft vorher durch eine Röhre, worin glühende Eisenspähne befindlich sind, leiten, und so die Sublimation in einem Strome von Stickgas verrichten.

5) Als *Verbrennungsapparat* überall wo die Verbrennungsproducte flüchtig sind, und daher beim Verbrennen im freien Raum nicht aufgefangen werden können. Ich habe in dieser Beziehung mehrere Versuche angestellt, die ich hier mittheilen will.

Verbrennen von Phosphor.

*Phosphorichte Säure* gewinnt man sehr leicht, wenn man etwas Phosphor in einer etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weiten horizontalen oder in einer zu einer Kugel ausgeblasenen Glasröhre zum Schmelzen erhitzt, dann den Luftzug eintreten läfst, und dafür sorgt, dafs die Oxydation des Phosphors bei gelinder Wärme und langsam geschehe, so dafs er nie zum hellen Brennen, sondern nur zum Leuchten kommt, wie ich es bei meinen eudiometrischen Versuchen, Bd. XXXI, beschrieben habe. Die entstehende phosphorichte Säure condensirt sich theils in dem hintern Theile der Verbrennungsröhre, die deshalb nicht zu enge

seyn darf, theils in einer Wasser enthaltenden Wulfeschen Flasche, welche zwischen jener und dem Aspirator angebracht ist.

*Phosphorsäure* entsteht, wenn die Oxydation bei lebhaftem Brennen und raschem Luftwechsel geschieht. Am besten gelang diese Bildung mit folgender Vorrichtung. In *a*, Fig. 3 Taf. V, wird der Aspirator angebracht, *b* ist eine kleine Wulfesche Flasche, welche Wasser enthält, *c* eine wenigstens $\frac{3}{4}$ Zoll weite und eine etwa $2\frac{1}{2}$ Fufs lange Glasröhre, welche durch einen Kork mit dem Trichter *d* verbunden ist. Dieser Trichter steht mit seinem Rande auf einem flachen irdenen Teller. Unten hat er eine $\frac{1}{2}$ Zoll weite runde Oeffnung [1]). Man bringt ein trocknes Stäbchen auf einer Porcellanscheibe so auf den Teller, dafs er der Oeffnung des Trichters nahe kommt, und zündet es, während der Luftstrom geht, mit einem heifsen Eisendraht an. Die entstehende Phosphorsäure legt sich gröfstentheils in schneeartiger Gestalt in der Glasröhre an, nur ein geringer Theil wird in die Wulfesche Flasche übergeführt und daselbst vom Wasser aufgenommen. Sobald der Phohphor verbrannt ist, legt man durch die Oeffnung des Trichters ein neues Stückchen nach, welches sich auf der noch heifsen Scherbe sogleich entzündet, und so wird fortgefahren. Hat sich die Röhre mit Phosphorsäure angefüllt, so löst man diese in dem Wasser der Wulfeschen Flasche auf und setzt die Operation nach Belieben fort.

Bei dieser Verbrennung ist es zwar unvermeidlich, dafs ein geringer Theil des Phosphors sich nur in phosphorichte Säure verwandle, welche, der Phosphorsäure beigemengt, in der Flasche gefunden wird. Man sieht dieses daran, dafs, wenn man die erhaltene Säure in ei-

1) Eine solche Oeffnung bohrt man am sichersten, indem man rings um die Stelle eine Wulst von Wachs macht, alsdann concentrirte Fluorwasserstoffsäure auf die Glasfläche giefst, und diese so oft erneuert, bis sie das Glas durchgefressen hat.

ner Platinschale abdampft, bei einem gewissen Grade der Concentration kleine Flämmchen von Phosphorwasserstoffgas entstehen. Durch einige Tropfen Salpetersäure ist es aber leicht auch diese in Phosphorsäure zu verwandeln. Auch wird man finden, dafs die Operation schwierig so zu leiten ist, dafs nicht ein wenig Phosphor als rothes Oxyd auf dem Scherbe liegen bleibt. Diese immerhin geringe Menge kann aber leicht durch Behandlung mit Salpetersäure auf die bekannte Art in Phosphorsäure verwandelt werden.

In neuerer Zeit hat man beobachtet, dafs die aus Phosphor bereitete Säure geringe Mengen von Arsenik enthalte, welche von der zur Bereitung des Phosphors angewandten Schwefelsäure herstammt [1]). Ich habe selbst diese Angabe bestätigt gefunden. Man weifs aber, dafs diese Verunreinigung durch Schwefelwasserstoff leicht entfernt werden kann, und dafs das Arsenik auch durch Erhitzung der Phosphorsäure mit phosphorichter Säure, wie dieses beim Concentriren der durch die eben beschriebene Operation gewonnenen Säure ohnehin geschieht, abgeschieden wird. Ich halte daher diesen Umstand für kein wesentliches Hinderniſs bei der vorgeschlagenen Methode, welche, in Rücksicht auf Einfachheit und Wohlfeilheit nicht viel zu wünschen übrig läfst.

### Verbrennen von Schwefel.

Bringt man in dem so eben beschriebenen Apparat statt des Phosphors Schwefel zum Brennen, so erhält man schwefligtsaures Gas, welches entweder von Wasser aufgenommen oder, nach Umständen, durch Gefäfse geleitet werden kann, welche diejenigen Substanzen enthalten, auf die es einwirken soll. Bequemer ist jedoch hier eine Kugelröhre, Fig. 4 Taf. V. Durch die Oeffnung *a* legt man den Schwefel hinein, während die Seite *b* mit der Wulfeschen Flasche in Verbindung steht. Ehe

1) S. Annalen, Bd. XXXI S. 126.

der Schwefel abgebrannt ist, legt man ein neues Stückchen nach.

Die Aehnlichkeit dieser Verbrennungsmethode des Schwefels mit der Bereitung der schweflichten und der Schwefelsäure im Grofsen führte mich auf den Versuch, auch diese im Kleinen nachzubilden. Es gelang bald. Führt man nämlich, während der Schwefel in der Kugel brennt, durch *a* ein Glasröhrchen ein, aus welchem Stickstoffoxydgas ausströmt, so dafs dieser Strom zugleich mit dem schweflichtsauren Gase und der überschüssigen atmosphärischen Luft durch *b* in einen geräumigen Ballon gelangt, auf dessen Boden etwas Wasser befindlich ist, so wird dieses bald Schwefelsäure enthalten. Es kommt dabei alles darauf an, die Verhältnisse der auf einander einwirkenden Stoffe zweckmäfsig zu leiten. Wie man weifs, so ist dieses auch bei der Schwefelbereitung im Grofsen der schwierigste Theil. Es dürfte aber, wie ich glaube, nicht sehr schwer halten, durch Versuche die richtigen Verhältnisse des Apparates zu finden; ich möchte sogar glauben, dafs man mit Anwendung des Aspirators bei jener wichtigen Fabrikarbeit sicherer als bisher gehen würde. Es versteht sich von selbst, dafs dem Apparate eine andere Einrichtung gegeben werden müfste. Als Aspiratorgefäfse könnten z. B. zwei neben einander stehende gemauerte Behälter dienen, von denen der eine als Aspirator wirkt, während der andere durch fliefsendes Wasser, z. B. durch einen Bach, gefüllt wird. Wäre jener leer, so würde der Apparat mit dem mittlerweile voll gewordenen Behälter in Verbindung gebracht, und der erste wieder gefüllt u. s. w.

Ganz besonders eignet sich der Aspirator zur Erzeugung der Schwefelsäure unter Mitwirkung von Platin nach der höchst interessanten Entdeckung Döbereiner's [1]). Bringt man nämlich Schwefel in der Kugelröhre, Fig. 4 Taf. V, zum Brennen, und leitet das schweflichtsaure Gas mit der noch unzersetzten Luft durch erhitzten Platin-

1) *Vergl. Annalen*, Bd. XXIV S. 610. *P.*

schwamm, so erhält man sogleich concentrirte Schwefelsäure. Folgende Umstände sind zum Gelingen erforderlich:

1) Die Verbrennung mufs in einer weiten Röhre geschehen, damit ein Ueberschufs von atmosphärischer Luft gegen das schweflichtsaure Gas in die Röhre gelange, welche das Platin enthält.
2) Das Platin, am besten als Platinschwamm angewendet, mufs auf einen zweckmäfsigen Grad erhitzt werden. Eine eben anfangende Glühhitze schien mir am geeignetsten. Bei niedrigerer Temperatur erfolgt keine Bildung von Schwefelsäure und bei starker Glühhitze zerfällt, wie man weifs, die Schwefelsäure in Sauerstoff und schweflichte Säure.

Wendet man bei dieser Operation durch Chlorcalcium getrocknete Luft an, so entsteht rauchende Schwefelsäure, welche aber ihrer Flüchtigkeit wegen schwer zu gewinnen ist, indem sie durch den Luftzug weggeführt wird. Es gelang mir nicht, durch Abkühlung des Apparates mit Aether dieselbe zu condensiren. Trocknet man aber die Luft nicht, oder macht man sie gar feucht, indem man z. B. einen nassen Schwamm an den Eingang der Röhre bringt, so erhält man eine Säure, ungefähr von der Beschaffenheit einer mäfsig starken englischen Schwefelsäure. Es könnte auch wohl seyn, dafs hiedurch ihre Entstehung befördert würde. Eine Reihe von Versuchen, die ich über diesen Gegenstand angestellt habe, lassen mich mit ziemlicher Bestimmtheit glauben, dafs die Methode im Grofsen ausführbar sey. Es gelang mir bald, durch zweckmäfsige Leitung der Operation aus einer abgewogenen Menge von Schwefel eine der Theorie annähernde Menge von Säure zu gewinnen.

Die Wirkung des Platinschwamms hierbei ist immerhin äufserst merkwürdig und räthselhaft. Als blofser Wärmeträger wirkt er dabei offenbar nicht, denn nimmt man an seiner Stelle eben so erhitzte Porcellanstäbchen,

so entsteht keine Schwefelsäure. Die Ansicht Döbereiner's besteht bekanntlich in der Annahme, er enthalte adhärirenden Sauerstoff und bewirke die Oxydation durch diesen. Ohne diese Theorie weder vertheidigen noch bestreiten zu wollen, bemerke ich nur, als einen Umstand, der zu berücksichtigen seyn möchte, dafs mir die Bildung der Schwefelsäure am deutlichsten zu erfolgen schien, wenn ich den Luftstrom abwechselnd, bald ohne Schwefel zu brennen, dann wieder bei brennendem Schwefel durch das Platin gehen liefs. Indessen könnte diese Wirkung auch auf dem Verhältnisse der durchströmenden Gase beruhen.

Chemiker, denen eine gröfsere Menge, z. B. ein Pfund Platinschwamm, zu Gebote steht, würden sich ein Verdienst erwerben, wenn sie diese Umstände näher untersuchen wollten. Ich zweifle nicht daran, dafs, falls die Wirkung des Platins ungeschwächt fortdauert, wie es den Anschein hat, mit Hülfe desselben und mit Anwendung des Aspirators, eine leichte und sichere Bildung von Schwefelsäure erzweckt werden könne.

Da man weifs, dafs die schweflichte Säure reducirend auf die selenichte Säure einwirkt, dafs Selen weit weniger entzündlich als Schwefel ist, so versuchte ich, durch Verbrennen eines selenhaltigen Schwefels mittelst des Aspirators das Selen abzuscheiden. Es gelang dieses sehr leicht. Verbrennt man nämlich in der Kugelröhre, Fig. 4 Taf. V, selenhaltigen Schwefel im Luftzuge, so sieht man bald, theils an der oberen Wölbung der Kugel, theils an dem zunächst an dieselbe gränzenden Theile der Röhre, ein rothes Sublimat entstehen, welches, so wie es sich vermehrt, zum Theil ein graphitähnliches Ansehen annimmt. Dieses ist Selen mit ein wenig Schwefel verbunden. Eine geringe Menge Selen gelangt in die mit Wasser gefüllte Wulfesche Flasche und setzt sich daselbst als ein rothes Pulver ab. Löst man es in ätzender Kalilauge auf und setzt die Auflösung 2 bis 3 Tage

Tage der Luft aus, so scheidet sich das Selen rein aus. Ich erhielt auf diese Art ziemlich nahe die in dem angewandten Schwefel enthaltene Menge Selen. Gewifs ist dieses Verfahren geeignet das Selen auf eine leichte Art aus dem Schlamme der Schwefelsäurefabriken abzuscheiden. Mit einer Probe des Lukawitzer Schlammes gelang es ganz gut. Es ist, wie man leicht sieht, die nämliche Operation, durch welche es bei der Darstellung der Schwefelsäure auf den Fabriken in jenen Schlamm gelangt, gewissermafsen eine Wiederholung jener Operation im Kleinen und in zweckmäfsigen Verhältnissen.

### Verbrennung von Kohle.

Diese geschieht am leichtesten in der Kugelröhre, Fig. 4 Taf. V, indem man erbsengrofse Stückchen Holzkohle darin anzündet; die erhaltene Kohlensäure wird durch eine Lage locker eingefüllte Baumwolle geleitet, um den etwa mitgeführten Kohlenstaub und die Asche zurückzuhalten, dann in eine oder mehrere Wulfesche Flaschen, worin die Substanzen enthalten sind, auf welche sie einwirken soll. Ich habe auf diese Weise kleine Proben von doppelt-kohlensaurem Kali und Bleiweifs nach der Thénard'schen Methode bereitet. Die einzige Schwierigkeit bietet der Umstand dar, dafs man das kohlensaure Gas mit vielem Stickgas gemengt erhält, in welchem Zustande es etwas weniger leicht von den Flüssigkeiten absorbirt wird als im reinen. Aus diesem Grunde ist es anzurathen, den Gasstrom nur langsam gehen zu lassen.

Bei der Verbrennung von Kohle entsteht neben dem kohlensauren Gase auch oft eine gewisse Menge Kohlenoxyd. Dieses scheint vorzüglich da zu geschehen, wo die Verbrennung so geleitet wird, dafs die entstehende Kohlensäure eine Zeit lang mit glühenden Kohlen in Berührung bleibt. Verbrennt man in dem eben beschriebenen Apparat die Kohle langsam, nämlich so, dafs sie eben

zu brennen fortfährt, so erhält man fast genau so viel Kohlensäure als die verbrannte Kohle überhaupt liefern kann [1]).

Eben so wie die Verbrennungsproducte der Holzkohle können auch diejenigen anderer organischer Körper mit Hülfe des Aspirators benutzt oder einer chemischen Prüfung unterworfen werden. Man könnte sogar dieselbe auf Elementar-Analyse stickstofffreier Substanzen anwenden. Ich habe dieses versucht, und einige sehr gute Resultate erhalten, bemerke jedoch, dafs diese Anwendung aus mehreren Gründen der Verbrennung im reinen Sauerstoffgas an Zuverlässigkeit nachsteht.

Die Anwendung des Platinschwammes bei der Bildung von Schwefelsäure führte mich auf den Gedanken, mit Hülfe des Aspirators *Lampensäure* zu erzeugen. Bringt man nämlich in eine $\frac{1}{2}$ Zoll weite Glasröhre in einer Länge von 2 bis 3 Zoll Platinschwamm, erhitzt ihn mit der Weingeistlampe beinahe zum Glühen, und leitet nun einen Luftstrom hindurch, welcher vorher durch eine kleine, Aether enthaltende Wulfesche Flasche hindurchgegangen, so wird der Platinschwamm sogleich glühend, und bleibt in diesem Zustande so lange, als das Gemenge von Luft und Aetherdampf durch ihn hindurchstreicht. Die Producte der Operation können in Wulfeschen Flaschen aufgesammelt werden.

Auch bei dieser Einwirkung hängt der Erfolg gänz-

1) Die Verwandlung der vegetabilischen Kohle in Kohlensäure durch den atmosphärischen Sauerstoff kann auf verschiedene Weise geschehen, entweder durch eigentliches Brennen der Kohle auf gewöhnliche Art, oder auch ohne Brennen. Um sich von letzterer Art der Oxydation zu überzeugen, bereite man fein zertheilte Kohle, indem man einen organischen Körper, z. B. Oel, auf einem Platinschälchen abbrennt. Bringt man hierauf unter das, die zurückgebliebene Kohle enthaltende Schälchen eine Weingeistlampe, so wird man sehen wie der Kohlenanflug, ohne zu glühen, verschwindet, gleichsam von dem atmosphärischen Sauerstoff aufgelöst wird.

lich von den Verhältnissen des Luftstromes und den Dimensionen des Apparates ab. Richtet man dieselben so ein, dafs der Platinschwamm in einer Länge von 2 Zoll deutlich glüht, so entsteht fast nur Kohlensäure und Wasser, glüht er aber in geringerem Grade, so erhält man die sauren und stechend riechenden Producte der Davy'schen Glühlampe. Ich liefs dieselben von Kalilauge aufnehmen. Diese wurde bald gelb, nahm einen eigenthümlichen, einigermafsen aromatischen Geruch an, und nach einiger Zeit bildeten sich darin röthliche Flocken, die sich zu einem harzähnlichen Körper vereinigten, ohne Zweifel das von Liebig beschriebene *Aldehydharz*. Ich hoffte auf diese Art eine ansehnliche Menge dieser Producte zu gewinnen, so wie auch die Lampensäure als Kalisalz zu erhalten; allein es zeigte sich bald, dafs die Ausbeute sehr gering war. Leitet man nämlich die Operation so, wie es zur Vermehrung der Wirkung erforderlich wäre, so geschieht die Verbrennung des Aethers zu vollständig, und läfst man sie nur schwach eintreten, so ist die Bildung jener Producte so unbedeutend, dafs sie weit leichter auf dem von Liebig beschriebenen Wege erhalten werden.

Es scheint aber dieser Versuch, der als Collegien-Versuch sehr instructiv ist, die Theorie der Glühlampe dahin aufzuklären, dafs er zeigt, dafs die Bildung der sogenannten Lampensäure nur eine secundäre Wirkung sey. Der Theil von Alkohol oder Aether, welcher den Draht glühend erhält und an ihm verbrennt, liefert Kohlensäure und Wasser, und nur derjenige Antheil, der nicht vollständig verbrennt, welcher nämlich mit dem nicht glühenden, sondern nur mäfsig erhitzten Theile des Platindrahtes in Berührung kommt, erleidet die Zersetzung durch Wärme, wie bei der Liebig'schen Bereitung des Aldehyds, und liefert so die Lampensäure, welche also ein veränderliches Gemenge aller jener Substanzen ist, die bei der Aldehydbereitung erhalten werden.

## IV. *Bemerkungen über die Polarisirung des Lichtes durch Spiegelung, besonders an doppeltbrechenden Körpern, nebst einem Auszuge aus Hrn. Mac-Cullagh's Abhandlung über denselben Gegenstand; von A. Seebeck.*

Fresnel war bekanntlich durch seine Theorie der doppelten Strahlenbrechung zu der Ansicht geführt worden, dafs beim polarisirten Lichte die Schwingungen des Aethers *senkrecht* gegen die Polarisationsebene erfolgen. Auf diese Vorstellung bezog er sich und Andere bei Entwicklung der Formeln für die Intensität des gespiegelten Lichtes (*Ann. de chim. et de phys. T. XLVI*, und diese Ann. Bd. XCVIII). Bei dieser fügte er folgende zwei Voraussetzungen hinzu: 1) die beiden Mittel, an deren Gränze die Spiegelung und Brechung erfolgt, haben *gleiche Elasticität*, aber *ungleiche Dichtigkeit* des Aethers; 2) die der Trennungsfläche parallelen Verschiebungen der Aethertheilchen sind in beiden Mitteln gleich. Unter diesen Annahmen findet sich (mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungen) die Amplitude eines Strahls, der vor der Spiegelung parallel der Einfallsebene polarisirt war, $-\frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')}$ und eines dagegen senkrecht polarisirten $-\frac{tg(i-i')}{tg(i+i')}$, Formeln, die durch die vorhandenen Beobachtungen bestätigt werden. Nachdem aber aus der strengeren Theorie der doppelten Strahlenbrechung durch Cauchy und Neumann sich ergeben hat, dafs die Schwingungen *parallel* der Polarisationsebene zu denken sind, kehren jene Formeln ihre Bedeutung so um, dafs die zweite für den ersten Fall und die erste für den zweiten gelten würde, wo sie dann nicht mehr mit der

Erfahrung stimmen. Diese Schwierigkeit hebt sich jedoch, wenn man anstatt der unter 1. gemachten Voraussetzung annimmt, dafs der Aether in beiden Mitteln *gleiche Dichtigkeit*, aber *ungleiche Elasticität* besitzt, und dabei die unter 2. genannte Hülfshypothese beibehält. Denn da sich jetzt die in beiden Mitteln in Bewegung gesetzten Aethermassen wie $\sin i \cos i : \sin i' \cos i'$ verhalten, so hat man nach dem Princip der lebendigen Kräfte:

$$\sin i \cos i(1-v^2) = \sin i' \cos i' \cdot u^2.$$

Der unter 2. genannten Hülfshypothese zufolge ist aber für einen parallel der Einfallsebene polarisirten Strahl:

$$(1+v)\cos i = u \cos i',$$

für einen dagegen rechtwinklich polarisirten:

$$1+v=u;$$

daher für jenen $$v=\frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')}$$

für diesen $$v=\frac{tg(i-i')}{tg(i+i')},$$

also wieder die vorigen Formeln, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen [1]).

Eine ähnliche Aenderung ist an der Berechnung vorzunehmen, welche ich (dies. Ann. Bd. XCVIII) am Kalkspath angestellt habe, wodurch zugleich die dort gegebene Formel sich mit etwas mehr Strenge ableiten läfst, indem die aus der Annahme einer gleichförmigen Elasticität des Aethers entspringende Inconvenienz wegfällt. Nimmt man nämlich die Dichtigkeit in beiden Mitteln als gleich an, so ist für einen in der Ebene des Haupt-

1) Welches auch das Vorzeichen sey, so zeigen die Formeln in jedem Falle, dafs dasselbe bei der äufseren Spiegelung entgegengesetzt ist, als bei der inneren, wie diefs schon Young voraussetzte bei der Erklärung der Erscheinung, dafs die Newton'schen Farbenringe im durchgehenden Lichte complementär sind zu denen im gespiegelten Lichte (s. dies. Ann. Bd. LXXXVIII S. 198), eine Erscheinung, die man sonst viel künstlicher durch den sogenannten Verlust einer halben Welle erklärte, s. Herschel, *Light*, §. 674.

schnitts einfallenden Strahl (mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungen) $\cos\alpha : P\cos\eta$ das Verhältnifs der Masse der einfallenden Welle zu der der extraordinär gebrochenen, daher, wenn das einfallende Licht senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist, nach dem Princip der lebendigen Kräfte:

$$\cos\alpha(1-\varrho^2)=P\cos\eta\,.\,u^2,$$

und nach der unter 2 genannten Hülfshypothese:

$$1+\varrho=u.$$

Also $$\varrho=\frac{\cos\alpha-P\cos\eta}{\cos\alpha+P\cos\eta}$$

ebenfalls die frühere Formel mit entgegengesetztem Vorzeichen. Daher ist, wie früher,

$$\cos\alpha=P\cos\eta$$

die Gleichung, welche den Polarisationswinkel $\alpha$ giebt, für den Fall, dafs die Spiegelungsebene dem Hauptschnitt parallel ist.

Hr. Mac Cullagh hat im *London and Edinburgh philos. Magaz. and Journ. of Science, Febr.* 1836, denselben Gegenstand behandelt und die Formeln in gröfserer Allgemeinheit gegeben. Die Voraussetzungen, von denen er dabei ausgeht, sind folgende: 1) er nimmt an, die Schwingungen geschehen parallel der Polarisationsebene, modificirt aber Cauchy's Gleichungen so, dafs das bekannte dritte Wellensystem wegfällt, und zugleich die Brechung genau so erfolgt, wie nach Fresnel's Theorie; 2) die Resultante der einfallenden und gespiegelten Schwingungen ist in Bezug auf Richtung und Länge gleich der der gebrochenen; 3) der gegen die Einfallsebene senkrechte Druck ist an der Trennungsfläche in beiden Mitteln gleich. Nun denke man sich um den Einfallspunkt $I$, Fig. 5 Taf. V, eine Kugel beschrieben, und es sey $IZ$ das Einfallsloth, $IP$ die Axe des Krystalls, der gröfste Kreis $ZOE$ die Einfallsebene, $IO$ der ordinäre Strahl rückwärts verlängert, und $IE$ die Normale der extraordinären Welle; man setze $ZO=\varphi$ , $ZE=\varphi'$, $PO=\psi$ , $PE=\psi'$ , $\angle ZOP=\Theta$ , $\angle ZEP=\Theta'$; $i$

sey der Einfallswinkel, $b$ und $a$ die umgekehrten Werthe des ordinären und extraordinären Brechungsindex. Jeder der beiden gebrochenen Strahlen kann zum Verschwinden gebracht werden, indem man den einfallenden Strahl in einer bestimmten Richtung polarisirt. Wenn der extraordinäre Strahl verschwindet, bildet die Polarisationsebene des gespiegelten Lichtes mit der Einfallsebene einen Winkel $\beta$, für welche:

$$tg\,\beta = cos(i+\varphi)\,tg\,\Theta + 2(a^2-b^2)\sin\Theta\sin\psi\cos\psi\frac{\sin^2 i}{\sin(i-\varphi)} \quad (2)$$

Wenn der ordinäre Strahl verschwindet, bildet die Polarisationsebene des gespiegelten Lichtes mit der Einfallsebene den Winkel $\beta'$, für welchen:

$$\left.\begin{aligned} -tg\,\beta' &= cos(i+\varphi')\cot\Theta' \\ &\quad +(a^2-b^2)\frac{cos\,2\Theta'}{\sin\Theta'}\sin\psi'\cos\psi'\frac{\sin^2 i}{\sin(i-\varphi')} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Wenn $\beta$ und $\beta'$ gleich werden, wird die Polarisationsebene des gespiegelten Strahls unabhängig von der des einfallenden, und der Einfallswinkel, bei welchem dieſs stattfindet, ist der Polarisationswinkel. Daher ist:

$$\left.\begin{aligned} &cos(i+\varphi)tg\,\Theta + 2(a^2-b^2)\sin\Theta\sin\psi\cos\psi\frac{\sin^2 i}{\sin(i-\varphi)} \\ &\quad +cos(i+\varphi')\cot\Theta' \\ &\quad +(a^2-b^2)\frac{cos2\Theta'}{\sin\Theta'}\sin\psi'\cos\psi'\frac{\sin^2 i}{\sin(i-\varphi')} \end{aligned}\right\} = 0 \quad (4)$$

die Bedingungsgleichung für den Polarisationswinkel. Da $i+\varphi$ einem rechten Winkel sehr nahe kommt, setze man $i+\varphi = 90^0+\delta$, so ist $\delta$ eine sehr kleine Gröſse. Zieht man nun $PR$ senkrecht auf $ZOE$ und setzt $ZR=p$, $PR=q$, so erhält man näherungsweise und mit stillschweigender Beziehung auf die Spiegelung beim Uebergang aus Luft in Kalkspath [1]):

$$\delta = K\cos^2 q(\cos^2\varphi - \cos^2 p) \text{ wo } K = \frac{(a^2-b^2)(1+b^2)}{2b(1-b^2)} \quad (5)$$

1) Hr. Mac Cullagh spricht eigentlich nur vom gewöhnlichen Kalkspathrhomboëder, indeſs zeigt das Folgende, daſs die Gleichung (5) auch für andere Kalkspathflächen mit der Beobachtung stimmt.

Wenn die Axe in der Einfallsebene liegt, kann aus der Gleichung (4) abgeleitet werden:

$$\sin^2 i = \frac{1 - a^2 \sin^2 \lambda - b^2 \cos^2 \lambda}{1 - a^2 b^2},$$

wo $\lambda = ZP$.

Die letzte Gleichung ist die nämliche, auf welche ich durch meine Rechnung a. a. O. gekommen war, und die mit meinen Beobachtungen sehr gut stimmt. Auch die für andere Azimuthe der Einfallsebene nach den Gleichungen (4) oder (5) berechneten Polarisationswinkel stimmen durchgängig sehr gut mit meinen Messungen (dies. Ann. Bd. XCVII S. 309) überein, indem auf der natürlichen Bruchfläche die Differenzen nicht über 3 Minuten betragen, und auf den übrigen Flächen nicht gröfser sind, als sie nach der früher erwähnten Schwierigkeit, geschliffene Flächen am Kalkspath mit ganz unversehrter Beschaffenheit der Oberfläche herzustellen, erwartet werden können. Brewster's Messungen, auf welche Hr. Mac Cullagh sich zur Bestätigung seiner Theorie bezieht, stimmen für die natürliche Bruchfläche bis auf ungefähr $\frac{1}{4}$ Grad mit der Rechnung überein; für eine 5° gegen die Axe geneigte Fläche geht die Differenz bis $\frac{3}{4}$ Grad.

Wenn gleich Hrn. Mac Cullagh's Berechnungen mit meinen Messungen in Beziehung auf die Polarisationswinkel am Kalkspath sehr gut stimmen, so findet dasselbe nicht statt in Betreff der Werthe von $\beta$ und $\beta'$. Ich habe früher erwähnt, dafs, wenn ein Strahl durch die an der Gränze zwischen Luft und Kalkspath erfolgende Spiegelung polarisirt wird, die Polarisationsebene im Allgemeinen nicht mit der Einfallsebene zusammenfällt, sondern mit derselben einen Winkel bildet. Dieser Winkel müfste nun das seyn, was Hr. Mac Cullagh mit $\beta$ und $\beta'$ bezeichnet; aber die nach den Gleichungen (2) und (3) berechneten Werthe stimmen mit den von mir angestellten Messungen nicht überein, indem sie z. B. für eine der Axe parallele Fläche, wo jener

Winkel nach der Beobachtung bis an 4° betragen kann, $\beta$ und $\beta'$ beständig oder nahe $=0$ geben, und auch für die natürliche Bruchfläche nicht minder von der Beobachtung abweichen.

Ich benutze diese Veranlassung, die gedachten Messungen, die vor mehreren Jahren mit möglichster Sorgfalt angestellt worden sind, hier mitzutheilen. Ich fand nämlich auf der natürlichen Bruchfläche und auf einer geschliffenen der Axe parallelen Fläche bei verschiedenen Azimuthen der Einfallsebene folgende Werthe dieses Winkels:

| Azimuth, $\pi$. | auf der natürlichen Bruchfläche. | Auf der der Axe parallelen Fläche. |
|---|---|---|
| 0° 0′ | 0° 0′ | 0° 0′ |
| 22 30 | +0 11 | +2 43 |
| 45 | +0 23 | +3 57 |
| 67 30 | —0 48 | +2 46 |
| 90 | —2 30 | 0 0 |
| 112 30 | —3 34 | |
| 135 | —3 38 | |
| 157 30 | —2 9 | |
| 180 | 0 0 | |

Ich habe den untersuchten Winkel mit + bezeichnet, wenn die Polarisationsebene nach derselben Seite gedreht wurde wie der Hauptschnitt, im entgegengesetzten Falle mit —. Unter dem Azimuth 0 und 180° ist die Lage verstanden, wo der Hauptschnitt parallel der Einfallsebene ist, und zwar bei einem natürlichen Bruchstück 0, wenn die stumpfe Endspitze des Krystalls dem Auge zugewendet ist, 180° wenn sie nach der Seite des einfallenden Lichts gekehrt ist. Für die der Säule parallele Fläche fällt dieser Unterschied fort, indem von 90° bis 180° die vorigen Fälle in umgekehrter Ordnung wiederkehren.

Ueber die Art, wie diese Messungen angestellt sind, bemerke ich: An dem in Bd. XCVI Fig. 1 Taf. 1 abge-

bildeten Instrument ist bei *ff* ein Kreis angebracht, der mit dem Nonius auf 4 Minuten getheilt ist. Derselbe trägt ein $\frac{3}{4}$ Zoll dickes Kalkspathrhomboëder, auf welches das aus *X* gespiegelte Licht senkrecht auffällt und in zwei Strahlen getheilt wird. Nachdem die zu untersuchende Fläche bei *X* in das verlangte Azimuth $+\pi$ eingestellt ist, wird der Kreis *ff* mit dem Kalkspathrhomboëder gedreht, bis der ordinäre Strahl verschwindet; sodann wird die Fläche bei *X* in das Azimuth $-\pi$ eingestellt und der Kreis *ff* abermals bis zum Verschwinden des ordinären Strahls gedreht; der Unterschied beider Ablesungen giebt das Doppelte des gesuchten Winkels. Die hier mitgetheilten Beobachtungen sind sämmtlich Mittelwerthe aus mindestens 20 Messungen, und es dürften die auf der natürlichen Bruchfläche angestellten bis auf wenige Minuten zuverlässig seyn; etwas weniger mag diefs, wegen der Unvollkommenheit geschliffener Flächen, mit den andern der Fall seyn, doch werden auch diese nicht viel von den wahren Werthen abweichen können.

## V. *Temperatur der Thiere bei grofser Kälte.*

Dafs lebende Thiere auch in kalter Atmosphäre ihre Temperatur unverändert erhalten (Ann. Bd. X S. 594) bestätigen folgende jüngst vom Kapit. Back auf seiner Polarreise gemachten Beobachtungen:

| | | | | Temperatur d. Thorax. | d. Atmosphäre. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1833 | Oct. 26 | Tetrao canadensis Lin. | M. | +43°,2 C. | −12°,7 C. |
| - | - 28 | | - | +43 ,0 | −15 ,0 |
| - | - 29 | (Gelinotte noir d'amerique) | W. | +42 ,8 | − 8 ,3 |
| - | - 29 | | - | +43 ,3 | − 8 ,0 |
| 1834 | Mai 18 | | - | +42 ,8 | − 1 ,1 |
| - | Jan. 5 | Tetrao saliceti. Tem. (Lagopède des saules) | M. | +42 ,4 | −19 ,7 |
| - | - 7 | | - | +43 ,3 | −32 ,8 |
| - | - 11 | | - | +43 ,3 | −35 ,8 |

M. bedeutet Männchen und W. Weibchen.

(*Compt. rend.* 1836, *No.* 26 *p.* 621.)

## VI. *Bemerkungen über die Ursache der Töne, welche die Insecten während des Fliegens hören lassen; von Dr. Hermann Burmeister,*

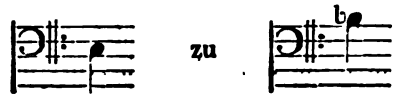
Privatdocenten an der Universität zu Berlin.

Es findet sich bei den Physikern allgemein die Vorstellung, dafs der Ton, welchen die Insecten während des Fluges hören lassen, durch den Schlag der Flügel bewirkt werde. Diese Vorstellung kann nur darin ihren Grund haben, dafs sich Niemand die Mufse nahm, den Mechanismus der Tonbereitung näher zu untersuchen, eine Behauptung, die mir um so richtiger scheint, als die Bemerkungen, welche ich über das Gesumme der Insecten von Physikern mitgetheilt finde, nur beiläufige sind, die der ganzen Erscheinung blofs beispielsweise gedenken. So sagt Baumgärtner in seiner Naturlehre (3. Aufl. 1829, S. 229) als Erläuterung: »Daher kann ein Insect durch schnellen Schlag der Flügel, ..... einen Schall erregen«; und bei Wilh. Weber heifst es in seiner Abhandlung über die Zungenpfeifen (*Leges oscillationis oriundae, si duo corpora diversa celeritate oscillantia ita conjunguntur, ut oscillare non possunt nisi simul et synchronice, exemplo illustratae tubulorum linguatorum. Halae* 1827. 4.) Seite 1: *Insecta v. c. quaedam volantia motu alarum sonum certae altitudinis proferunt; alae vero neutiquam in ipsis insita earumque partes ad aequilibrium repellente agitantur, sed vi extra alas posita, musculorum nimirum et nervorum.* In beiden Fällen also wird dem sich bewegenden Flügel, als einem vibrirenden Körper, die Ursache des Tones zugeschrieben.

Bei der Auseinandersetzung der verschiedenen Methoden, wodurch die Kerfe Töne hervorbringen, zum Be-

huf der Mittheilung in meinem Handbuch der Entomologie (I. Band, S. 509. Berlin 1832) wurde meine Aufmerksamkeit zuerst auf diesen Gegenstand gerichtet, und ich erkannte bald, dafs die Flügel an sich gar keinen Antheil an der Tonbildung haben, indem das Gesumme des Thieres fortdauert, wenn sie bis auf den Grund abgeschnitten sind. Ich nahm jedoch eine Veränderung der Tonhöhe wahr, und bemerkte, dafs, je mehr vom Flügel abgeschnitten wurde, diese um so mehr zunehme. Das Insect, mit welchem ich damals experimentirte, war *Eristalis tanax*. Dasselbe habe ich jetzt nicht lebend zur Hand; wohl aber einen zweiten noch gröfseren *Zweiflügler*, den *Tabanus bovinus* Lin.; an diesem habe ich meine Beobachtungen wiederholt und ganz dasselbe Resultat erhalten. So schien es mir nicht unpassend, die Physiker durch eine besondere Mittheilung auf diesen Gegenstand aufmerksam zu machen, und namentlich eine Schilderung zu geben von dem Mechanismus, welcher hier der tonbildende ist.

Zunächst mufs ich bemerken, dafs der Ton, welchen das Insect hören läfst, einer bedeutenden Veränderung überhaupt fähig ist. Mag es seyn, dafs derselbe während des gleichmäfsigen Fluges eine gleiche Höhe und Stärke behält, denn so scheint es in der That; allein jede Veränderung in der Schnelligkeit des Fluges, jede Störung der gewöhnlichen Bewegung überhaupt veranlafst auch eine Veränderung des Tones. Nun kann man sich von der Beschaffenheit des Tones nur dadurch einen Begriff machen, dafs man das Thier etwa an den Beinen festhält und durch Druck oder andere Reitzung nöthigt, seine Flugbewegung auszuführen, und somit einen Ton hervorzubringen. Ich fand, dafs auf diese Weise der Ton der genannten Breme (*Tabanus bovinus*) von



variire, je nachdem das Bestreben, sich den Störungen des Beobachters zu entziehen, kräftiger oder weniger nachdrücklich ausgeführt wurde. Eine solche Verschiedenheit würde sich freilich bei der Annahme, dafs der schwingende Flügel den Ton hervorbringt, aus der verschiedenen Schnelligkeit, mit welcher die Schwingungen gemacht werden, erklären lassen; allein diese Erklärung ist unstatthaft, da dasselbe Phänomen fortdauert, wenn die Flügel ganz abgeschnitten sind; nur eine Aenderung des Tones wird dadurch hervorgebracht, keineswegs die Tonbildung unmöglich gemacht.

Bevor ich nun zur Angabe der wahren Ursache des Tones übergehe, scheint es mir nothwendig eine kurze Beschreibung zu geben von dem Theil des Insectenkörpers, durch welchen allein der Ton hervorgebracht wird. Dieser Theil ist der *Brustkasten* oder *Thorax*.

Bei den *Zweiflüglern* (*Diptera* Linn.) besteht derselbe aus einer einzigen, von einer pergamentartigen, sehr dünnen, elastischen Hülle bedeckten Höhle, die auf ihrer Oberfläche zwar mannigfache symmetrisch gelagerte Bukkel und Vertiefungen zeigt (Fig. 7 Taf. III), doch aber überall in sich zusammenhängend ist. Diese Buckel, deren relative Gröfse oder Form bei den verschiedenen Zweiflüglern sehr abweicht, entstehen entweder durch das Ansetzen von Muskeln an die Innenfläche der Hülle, oder durch Luftblasen, Erweiterungen der Tracheen, welche die Lederhaut an dieser Stelle ausdehnen und selbst blasig machen. Der gröfste unter diesen Buckeln ist die gewölbte Scheidewand, welche die Gränze zwischen Brustkasten und Hinterleib bildet (Kirby's *metaphragma*. Fig. 7 *B*), und an die sich in der Richtung von *AB* der grofse Rückenmuskel ansetzt, welcher in Fig. 8 *A* Taf. III der Quere nach durchschnitten erscheint. Auf der Mitte des Rückens bildet der vordere Ansatzpunkt dieses Muskels einen breiten Längsstreif. Neben diesem zeigen sich jederseits zwei Buckel, ein vorderer kleine-

rer (Fig. 7 *C*) und ein hinterer gröſserer (Fig. 7 *E*, wo er zum Theil vom Flügel bedeckt erscheint); beide entstehen durch die Seitermuskeln, welche in der Richtung *CD* und *EF* durch die Höhle des Brustkastens gespannt sind. Sie erscheinen in Fig. 8 ebenfalls durchschnitten, und zwar das vordere Paar zwischen *CD* bei *BB*, das hintere Paar zwischen *EF* bei *CC*. Aufser diesen Seitenmuskeln findet sich noch ein Paar gleich gelegener hinter *EF*, und ein anderes Paar in dem Zwischenraum zwischen *CD* und *EF*, welches eine schiefere Stellung hat, und in Fig. 8 bei *DD* ziemlich in seinem ganzen Verlaufe wahrgenommen werden kann. Diese Muskeln, nämlich der unpaare grofse Rückenmuskel, und die vier Paare der Seitenmuskeln, können die Höhle des Brustkastens in verschiedenen Richtungen zusammenziehen, und zwar der erstere blofs von vorn nach hinten, wobei sich der Rücken mehr wölbt, die anderen vier Paare von oben nach unten, wobei sich die Seiten wölben und der Rükken flacher wird. Die übrigen Buckel sind von geringerem Interesse für uns, und enthalten die Muskeln für die Bewegung einzelner Organe. So liegen z. B. in dem Buckel *G* (Fig. 7) die Muskeln, welche den Flügel spannen und heben, man sieht sie bei Fig. 8 als *EE* und *FF* dargestellt; in dem Buckel hinter *A* liegt der Schliefsmuskel des Luftloches (Fig. 7 *); in den Buckeln *a*, *b*, *c*, welche die Hüften der drei Paar Beine sind, die Bewegungsmuskeln der Schenkel u. drgl m. Die Vertiefungen zwischen den Buckeln sind unwichtig und kommen wenig in Betracht; doch müssen wir *drei* näher bezeichnen, nämlich die eine, worin das vordere Luft- oder Athemloch (*stigma*) liegt (Fig. 7 *), die zweite, in welcher das hintere Luftloch wahrgenommen wird (Fig. 7 **), und die dritte, in welcher der Flügel sitzt, und die wir in Fig. 8 gerade im Durchschnitt am Grunde jedes Flügels (*dd*) wahrnehmen. So weit der Bau des Brustkastens; wir haben nur noch zu bemerken, dafs die Zwi-

schenräume zwischen den Muskeln von luftführenden Röhren, den *Tracheen*, ausgefüllt werden, und dafs in dem gröfseren Raum unter dem Rückenmuskel der Darmkanal, der Nervenstrang und die Aorta vorlaufen, von dem daselbst bei Fig 8 dargestellten Gabelfortsatz der Bedekkungen getragen.

Als äufsere Organe des Brustkastens findet man die Flügel, die Schüppchen, die Schwingkolben und die Beine. Die *Flügel d* sitzen in einer Vertiefung an der Seite des Brustkastens, welche von einer sehr dünnen Fortsetzung der äufsern Hülle gebildet wird, in schiefer Richtung, wie die Betrachtung von Fig. 7 zeigt. Sie bestehen aus einer Duplicatur der Epidermis, gleichsam aus einer Tasche, die hornige Adern unterstützen und ausspannen. An den Grund dieser Adern setzen sich die Muskeln, wodurch der Flügel ausgespannt und gehoben wird (Fig. 8 *EE — FF*). Hinter dem Flügel sitzt das *Schüppchen*, eine kreisrunde Hautplatte (Fig. 7 *g*), welche senkrecht gestellt ist, mit dem Grund des Flügels zusammenhängt und wieder durch eigene Muskeln bewegt wird. Hinter dieser sitzen ganz am Ende des Brustkastens die *Schwingkolben* (Fig. 8 *f*), welche die Reste der verkümmerten Hinterflügel sind, und gleichfalls durch eigene Muskeln einer selbstständigen Bewegung fähig sind. Von den *Beinen* wurde die Anheftung an die Hüften (Fig. 8 *a, b, c*) schon erwähnt, ihr Bau ist für unsere Untersuchung gleichgültig.

Die Bewegung der Flügel, worauf es zunächst ankommt, wird nun dadurch hervorgebracht, dafs bei der Zusammenziehung der Seitenmuskeln die herabgezogene Rückendecke auf den Grund des Flügels drückt, und dadurch das kurze, frei in die Brusthöhle hineinragende, Grundende des Flügels um den mehr nach aufsen liegenden Stützpunkt unter dem Flügel herabdrückt, wodurch das entgegengesetzte Ende steigt; diese Hebung des Flügels wird dann durch die eigenen Hebemuskeln *EE* und

*FF* noch befördert, hört jedoch auf, sobald diese und die mit ihnen gleichzeitig contrahirten Seitenmuskeln erschlaffen. Dadurch sinkt der Flügel wieder hinab, welches Hinabsinken noch durch die Contraction des Rükkenmuskels und die damit verbundene Wölbung des Rükkens befördert werden kann. Durch diesen Mechanismus schwingt also der Flügel. Zugleich bewirkt aber eben dieser Mechanismus rhythmische Zusammenziehungen und Erweiterungen der ganzen Brusthöhle und der zahlreichen Luftkanäle ihres Inneren. Die Zusammenziehung nun treibt einen Theil der Luft aus, die Erweiterung dagegen läfst eben so viele frische Luft durch die bezeichneten Luftlöcher wieder einströmen, und so ist dann mit der Flügelbewegung auch eine beständige, eben sö schnelle, intensive Athmungsbewegung verbunden. *Und diese Athmungsbewegung ist die Ursache des Tons;* sie bringt durch die abwechselnd aus- und einströmende Luft gerade so einen Ton hervor, wie der Luftstrom der *Sirene* tönt, während er nach kurzen Intervallen durch die Löcherchen der Scheibe getrieben wird; oder in einem bekannteren Beispiele, durch einen ähnlichen Mechanismus, wie wir mit dem Munde pfeifen. Ueberraschend ist die Aehnlichkeit des Tons der *Sirene* mit den Tönen mancher Insecten, und entscheidend die Beobachtung, dafs der Ton nicht mehr wahrgenommen wird, wenn man die Luftlöcher am Brustkasten verklebt, sonst aber das Insect auf keine Weise verletzt. Freilich stirbt das Thier bald nach diesem Versuch an Erstickung, aber nicht sogleich, weil die Respiration durch die Luftlöcher des Hinterleibes noch eine Zeit lang fortdauern kann. Diese aber geben keinen Ton, weil sie während des Fluges unthätig sind, wie andere Beobachtungen bewiesen haben; durch die Luftlöcher am Hinterleibe athmet das Insect nur wenn es sitzt oder kriecht, dagegen durch die des Brustkastens, sobald es fliegt. Hiernach wäre also das Gesumme der Insecten ein wahres Pfeifen. Die Verän-

änderung, welche die Verstümmelung der Flügel im Ton hervorbringt, ist leicht erklärt, wenn man bedenkt, dafs dadurch der zu bewegende Theil leichter wird, mithin die Bewegung desselben, bei fortdauernder gleicher Anstrengung, schneller; damit ist aber auch ein schnelleres Strömen der Luft gegeben, und dieses mufs einen höheren Ton hervorrufen. Umgekehrt wird eine Verletzung des bewegenden Apparates eine langsamere Bewegung, eine langsamere Luftströmung, einen tieferen Ton ergeben.

Ich glaube dafs die angeführten Thatsachen und Betrachtungen hinreichende Beweiskraft haben, überlasse es jedoch Jedem, sich durch leicht anzustellende Versuche von der Richtigkeit des Phänomens zu überzeugen.

Es bleibt nur noch zu bemerken, dafs ich bei der Darstellung in meinem Handbuch der Entomologie schwingbarer Blättchen Erwähnung gethan habe, die sich hinter der Mündung des Stigmas befinden sollen. Das Vorkommen derselben ist jedoch nicht allgemein; *Tabanus bovinus* z. B. hat sie nicht, wohl aber *Eristalis tenax*. Ich füge eine Abbildung des hinteren Luftloches in 40maliger Vergröfserung bei, in welcher dasselbe von der Innenseite dargestellt ist. Wir finden einen ovalen bandförmigen Schliefsmuskel oder Sphinkter, an dessen beide Enden sich andere Muskelstreifen ansetzen. Auf der inneren Oberfläche dieses Schliefsmuskels stehen 16 bis 18 kleine hornige Lamellen senkrecht, welche die Breite des Muskels haben, und in der Mitte durch eine andere longitudinale Hornleiste verbunden sind. Auf der anderen, nach aufsen gewendeten, Seite ist der Schliefsmuskel von Haut bekleidet, worauf federförmige Haare sitzen, welche den Eingang des Luftloches bedecken wie ein Sieb, und fremde Körper zurückhalten. Ich bin jetzt geneigt, diese kleinen hornigen Lamellen lieber für ein blofses Gerüst zu halten, welches zur Unterstützung des Schliefsmuskels dienen könnte, und überlasse es Physi-

kern zu entscheiden, ob und wie weit sie an der Tonbildung Antheil haben. In jedem Falle ist derselbe unbedeutend, da viele Insecten keine solche Blättchen erkennen lassen.

Ich habe ferner einige Einwürfe zu bekämpfen, welche gegen die Richtigkeit meiner Darstellung von der Tonbildung schon laut geworden sind. Hr. Silbermann hat dieselbe, durch Uebersetzung des betreffenden Kapitels meines Werkes für seine *revue entomologique*, in Frankreich bekannt gemacht, und dadurch Hrn. Goureau zu ähnlichen Versuchen veranlafst. Derselbe findet [1]) Alles von mir Gesagte vollkommen richtig (*parfaitement exact*), nur nicht, dafs der Ton aufhöre, wenn das Stigma verschlossen werde, und diefs ist gerade die Hauptsache. Dagegen mufs ich nun behaupten, dafs allerdings noch Töne gehört werden, so lange das Gummi, welches zum Verkleben verwendet wird, weich ist, und die Luft sich einen Durchgang bahnen kann, hernach aber nicht mehr, wenn dasselbe völlig erhärtet ist. Freilich stirbt dann auch das Thier sehr bald asphyktisch. Hr. Goureau hat diesen Umstand nicht berücksichtigt, vielmehr die Behauptung aufgestellt, dafs der Ton durch Reibung der Ränder derjenigen Platten, welche den Brustkasten zusammensetzen, entstehe. Diefs könnte natürlich nur bei den Insecten der Fall seyn, wo wirklich getrennte, durch Nähte verbundene, Platten am Brustkasten vorkommen, und da die Zweiflügler nicht im Besitz solcher sind, auch seine Theorie auf sie keine Anwendung finden. Allein selbst bei den übrigen Ordnungen mit gesonderten Skeletschienen ist seine Meinung unzulässig, einmal weil die Beweglichkeit dieser Schienen wegen der innigen Verbindung ganz unbedeutend seyn kann, und zweitens weil der Ton viel zu stark ist, als dafs er durch Reibung so kleiner Flächen erzeugt werden könnte. Dafs der schwache

1) *Revue entomologique, par* G. Silbermann. *Strasb.* 1835. 8. *Vol. III p.* 107.

Ton der zirpenden *Bockkäfer* (*Cerambycina*) bei ruhiger Stellung des Leibes wirklich durch solche Reibung entsteht, ist bekannt, aber auch an der geringen Stärke dieses Tones zu erkennen, dafs das laute Gesumme der fliegenden Insecten, welches noch dazu ganz anders klingt, nicht durch solche Reibung entstehen könne.

Endlich habe ich noch zu erwähnen, dafs die HH. J. F. Schelver [1]), Dumeril [2]) und Chabrier [3]) ganz meiner Meinung sind, wenn gleich Schelver in einigen unerheblichen Punkten abweicht. Indefs ist weder ihre Beobachtung, noch die Theorie des Phänomens, ausführlich genug von ihnen mitgetheilt worden.

### Erklärung der Figuren.

Taf. III Fig. 7. Seitenansicht des Brustkastens von Tabanus bovinus, 8 Mal in der Lineardimension vergröfsert.

Fig. 8. Querdurchschnitt desselben in der Richtung zwischen *E D* (Fig. 7), eben so.

Fig. 9. Luftloch von *Eristalis tenax*, 40 Mal vergröfsert.

## VII. *Elektrische Funken vom Zitterrochen.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Matteucci an die Pariser Academie.)

Hr. Matteucci beschreibt zunächst den Apparat des Hrn. Linari. »Der Kupferdraht, welchen Hr. Linari zur Schraubenform aufgerollt hatte, war 577 Meter lang; von dieser Länge besafs er zwei rechts gewundene Schraubendrähte und drei ebene quadratische Spiralen. Einer

1) Wiedemann's Archiv, II. Bd. 2. Hft. S. 210.
2) *Essai sur le vol des Insects. Paris* 1822. 4. *p.* 40 *seq.*
3) *Dictionnaire des sciences naturelles, Vol. I p.* 15.

der Schraubendrähte hatte in seinem Innern einen Cylinder von weichem Eisen, $0^m,635$ lang und $0^m,31$ im Durchmesser. Alle diese Schraubendrähte waren mit einander verknüpft und endigten in zwei Silberplatten, die mit isolirenden Handhaben versehen waren. In dem Stück des Drahts, welches den letzten Schraubendraht mit einer der Silberplatten verband, war eine Unterbrechung, und die Drahtenden an dieser Unterbrechung waren in Quecksilber getaucht und wohl amalgamirt. Der Versuch ward auf folgende Weise angestellt: der abgewischte Zitterrochen, auf eine Glastafel gelegt, wurde auf dem Rücken mit der einen, und auf dem Bauch mit der andern Silberplatte berührt. Um das Thier zu nöthigen, sich zu entladen, reizte man es von Zeit zu Zeit, indem man es auf dem Schwanze und den Branchien mit einer der Platten rieb. Zu derselben Zeit wurde eins der in das Quecksilber getauchten Drahtenden schnell herausgezogen und wieder hineingesteckt. Nach mehrmaliger Wiederholung dieser Operation gelang es Hrn. Linari Funken zwischen dem Quecksilber und dem Drahte überspringend zu bekommen, auch ohne die beiden Drahtenden in das Quecksilber getaucht zu halten; man brauchte, zur Erlangung des Funkens, die Drähte nur an einander zu reiben, nachdem sie wohl amalgamirt waren.

Indem Hr. Linari so verfuhr, erhielt er aus einem einzigen Zitterrochen bis gegen zehn Funken hinter einander. Hinsichtlich der Gröfse, des Alters und Geschlechts dieser Thiere war kein Unterschied in der Erzeugung der Funken zu beobachten. Unglücklicherweise gelang es Hrn. Linari nicht, mit den funfzehn Zitterrochen, die er lebend zu seiner Verfügung hatte, genau zu entscheiden, wann eigentlich der Funke erscheine, ob beim Beginn des Stroms oder beim Aufhören desselben [1]).

1) Doch wohl nur beim Aufhören; denn die Funken sind offenbar gleicher Art mit denen, welche Hr. Faraday in dies. Ann. Bd. XXXIV S. 292 beschrieben hat. *P.*

Die Zersetzung von gesäuertem Wasser und die dauerhafte Magnetisirung von Stahlnadeln wurden beständig von Hrn. Linari erhalten.

Der Apparat des Hrn. Matteucci war von dem eben beschriebenen nur durch die geringe Länge des Drahts verschieden; sie betrug nämlich nur 300 Meter. Dieser Draht bildete zwei Schrauben, beide doppelt und verbunden; die eine war $0^m,44$ lang und hatte $0^m,05$ im Durchmesser, die andere $0^m,72$ lang und $0^m,03$ im Durchmesser, war in Hufeisenform gebogen. Im Innern der beiden Schraubendrähte befand sich eine Stange weichen Eisens. Mittelst dieses Apparats bekam Hr. Matteucci immer sehr glänzende Funken mit einer in Brunnenwasser getauchten einfachen voltaschen Kette, deren Zink nur $0^m,12$ in Seite hielt. Die Unterbrechung, wo der Funke übersprang, war wie beim anderen Apparate eingerichtet, und der Zitterroche wie beschrieben vorgerichtet. »Ich begann meine Versuche, sagt der Verfasser, indem ich versuchte, Funken ohne den Faraday'schen Apparat zu erhalten. Zwei elliptische Messingplatten, an deren jede ein Kupferdraht gelöthet, deren Enden sich in Quecksilber vereinigten, wurden auf den Rochen gelegt, eine auf den Rücken, die andere auf den Bauch. Gleichzeitig, wie ich das Thier reizte, um ihm eine Entladung abzunöthigen, hob ich die Drähte aus dem Quecksilber und steckte sie wieder hinein. Ein Froschpräparat, auf irgend einen Punkt des Rochens gelegt, zeigte durch seine Zuckungen das Daseyn einer Entladung an.

Sehr lebhafte Zitterrochen wurden geopfert, um auf diese Weise einen Funken zu erhalten, aber immer vergebens. Wenn man dagegen die Entladung des Rochens in den eben beschriebenen Apparat gehen läfst, ist man, nach einigem Probiren, immer sicher, den Funken sehr glänzend auf dem Quecksilber erscheinen zu sehen. Ein einziger Schraubendraht, der hufeisenförmig gekrümmte, reichte dazu hin, Da man nun, fährt Hr. M. fort, den

Funken niemals bei Anwendung eines sehr kurzen Drahts erhält, und dagegen mit den beschriebenen Schraubendrähten sehr leicht, so mufs man daraus schliefsen, dafs der Funke beim Aufhören der Entladung entsteht, in welchem Fall der Inductions- (Extra-) Strom sich dem ursprünglichen Strom hinzufügt.«

Die Versuche über die Erregung der elektrischen Ströme wurden an 36 Thieren angestellt, die Hr. Matteucci sich nach und nach während eines langen Aufenthalts zu Cesenatico verschaffte. Ein ziemlich empfindliches Galvanometer, dessen Draht in Nadeln von Platin auslief und zum grofsen Theil mit Siegellack überzogen war, diente zu diesen Untersuchungen.

»Ich begann, sagt der Verfasser, die Richtung des Stroms zu bestimmen, und fand, dafs er beständig vom Rücken zum Bauche ging. Der Rücken kann als positiver Pol betrachtet werden, der Unterleib als der negative seines Apparats. Die Entladung geschieht in gleichem Sinne, es mag das eine Ende des Galvanometerdrahts die Bauchseite des linken Organs und der andere die Rükkenseite des rechten Organs berühren oder umgekehrt. Die Ablenkung im Galvanometer wächst, wenn man die beiden Platinnadeln, statt sie direct auf die Haut der Torpille zu bringen, auf zwei Metallplatten legt, welche den Fisch an den beiden Seiten berühren. Man kann das Organ drücken wie man will, ohne je einen continuirlichen Strom zu erhalten. Man ist fast sicher, einen Schlag zu erhalten, wenn man das Thier zwingt, sich so zu krümmen, dafs die Bauchseite concav wird. Nimmt man die Haut, welche das Organ bedeckt, ab, so wird die Ablenkung schwächer, ohne indefs aufzuhören, beständig einzutreten, sobald sich das Thier entladet. Wenn das Thier sich nicht entladet, ist es unmöglich in irgend einem Theile des Organs die geringste Spur eines elektrischen Stroms zu finden. Die Ablenkung bleibt auch aus, sobald die beiden Enden des Galvanometerdrahts zugleich entweder den Rücken oder den Bauch des Fisches berühren. Wenn man von den drei Nervensträngen, die vom Gehirn in das Organ eindringen, die beiden äufseren durchschneidet, hört die Entladung ebenfalls auf. Das Organ der andern Seite, welches man unverletzt gelassen, fährt zu wirken fort. (*Le Temps* vom 20. Juli d. J.)

## VIII. *Ueber die Structur und die chemischen Eigenschaften der thierischen Bestandtheile der Knorpel und Knochen; von J. Müller.*

Untersuchungen, welche ich vor einiger Zeit über die Structur und die chemischen Eigenschaften des Knorpels der Knorpelfische [1]) anstellte, führten mich zu weiteren Beobachtungen über die Structur der Knochen und die thierischen Bestandtheile der Knochen und Knorpel bei den Wirbelthieren mit knöchernem Skelet. Einiges davon ist gelegentlich mitgetheilt worden [1]), dürfte aber den Lesern dieser Zeitschrift weniger bekannt geworden seyn. Mehrere Beobachtungen, namentlich über die chemischen Verschiedenheiten der Knorpel bei den höheren Thieren habe ich noch nicht Gelegenheit gehabt, bekannt zu machen. Ich theile sie hier mit im Zusammenhange mit den übrigen Beobachtungen, welche ein näheres Interesse für die Leser einer physikalisch-chemischen Zeitschrift haben dürften.

Ein Hauptgegenstand der Untersuchung mufste seyn, zu ermitteln, ob der Leim der Knochen und Knorpel mit dem Leim der Häute gleiche Eigenschaften hat, ob sich dieser Bestandtheil der Knorpel in den ossificirenden und permanenten Knorpeln gleich bleibt, ob sich die thierischen Bestandtheile bei der Ossification des Knorpels umwandeln. In der That finden in dieser Beziehung grofse und constante Verschiedenheiten statt, worüber bis jetzt keine Erfahrungen vorliegen. Die permanenten Knor-

1) Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Abhandlungen der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1834, S. 65.

2) Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, 1833. Jahresbericht VI.

pel geben beim Kochen eine Art des Leims, die vom gewöhnlichen Leim ganz abweicht, und welche hinwieder nicht in allen Knorpeln und gar nicht in den Knochen vorkömmt. Die durch Kochen aus dem Knorpel der Knorpelfische gewonnene Materie stimmt in den Hauptpunkten mit dem Leim der permanenten Knorpel der höheren Thiere überein. Indefs giebt es auch hier grofse Verschiedenheiten, namentlich in Beziehung auf den Gehalt an Kalksalzen, und mit den Verschiedenheiten der chemischen Verhältnisse laufen zum Theil Unterschiede der feineren Structur parallel, die bei einer solchen Untersuchung nicht unbeachtet bleiben dürfen. Die so eigenthümliche Structur der Knorpel bei den Knorpelfischen war bisher noch nicht gekannt. Dagegen ist die Structur der Knorpel bei den höheren Thieren in neuerer Zeit durch mehrere Untersuchungen schon sehr genau bekannt geworden. Um das über die chemischen Eigenschaften der verschiedenen Arten der Knorpel von mir Beobachtete verständlich zu machen, ist es zunächst nöthig, die Hauptverschiedenheiten der Knorpel nach ihrer Structur bei den höheren Thieren namhaft zu machen.

## I. Vom Knorpel der höheren Thiere.

### *A.* Bau des Knorpels.

So ähnlich die Knorpel nach ihren äufseren Eigenschaften zu seyn scheinen, so ist doch ihre innere Bildung so wenig als ihr chemisches Verhalten gleich, und wenn der Knorpel der Knorpelfische vom Knorpel der übrigen Thiere verschieden erscheint, so giebt es schon bei einem und demselben Thiere wesentliche Unterschiede dieser Substanz. Der Bau des Knorpels der Knochen ist neulich von Purkinje und Deutsch [1]) wesentlich aufgeklärt worden. Sie haben den Knochenknorpel in

1) Deutsch, *de penitiori ossium structura. Diss. inaug. Vratisl.* 1834.

feinen Lamellen mikroskopisch untersucht, nachdem die Kalkerde durch Säuren entzogen war. Bei der Untersuchung von transversellen Durchschnitten von langen Knochen sahen sie die Querschnitte der Längenkanäle der Knochensubstanz, auf Längendurchschnitten die Längendurchschnitte dieser von Knochenmark gefüllten Kanäle, welche in den spongiösen Knochen durch die Markzellen ersetzt werden. Die Verfasser waren so glücklich die Schichtbildung des Knochenknorpels zu entdecken. Auf transversellen Durchschnitten zeigen sich nämlich um jedes Knochenkanälchen concentrische dünne Streifen, und auf den Radialdurchschnitten sieht man, dafs diese concentrischen Streifen der Länge nach verlaufende, die Kanälchen umgebende Lamellen sind, deren Durchmesser $\frac{1}{180}$'' beträgt. Die Zwischenräume zwischen den Systemen der concentrischen Schichten um die verschiedenen Markkanälchen werden von Lamellen ausgefüllt, die in grofsen Kreisen um die grofse Markhöhle des Knochens laufen, und ähnliche Schichten bildet die äufserste Rinde des Knochens. An den breiten Schädelknochen und anderen platten Knochen liegen die Schichten parallel mit der Fläche derselben. Diese Schichten sieht man nicht allein bei mikroskopischer Untersuchung des Knochenknorpels, sondern auch zuweilen ziemlich deutlich bei mikroskopischer Beobachtung feingeschliffener Knochenplättchen. Am Knorpel von Knochen, deren Kalkerde durch Säuren entfernt ist, kann man durch längere Maceration in Wasser auch die Schichten von einander trennen und ablösen. Eine andere sehr interessante Entdeckung von Purkinje ist, dafs der mikroskopisch untersuchte Knorpel der Knochen viele zerstreute ovale Körperchen enthält, welche, nach Miescher's [1]) Untersuchungen, nicht allein in den Knorpeln der Knochen, sondern auch im Callus der zerbrochenen Knochen,

1) Miescher, *de ossium genesi structura et vita. Diss. inaug. Berol.* 1836.

in noch nicht ossificirten Skelettheilen, in den nur in Alter ossificirenden Knorpeln des Kehlkopfes und der Rippen und selbst in pathologischen Ossificationen vorkommen. Nach den von Miescher angestellten Messungen beträgt der Längendurchmesser derselben im Knochenknorpel 0,0048 bis 0,0072, der Breitendurchmesser 0,0017 bis 0,0030 engl. Lin. Im Knochenknorpel liegen die Knorpelkörperchen mehrentheils mit ihrem Längendurchmesser nach der Richtung der Schichten. Sie sind nur wenig undurchsichtiger als die Zwischensubstanz. Ob sie hohl oder solid sind, läfst sich nicht leicht ausmitteln. Zuweilen sieht man in ihnen etwas Feinkörniges, das nicht gerade den ganzen Umfang des Körperchens ausfüllt; so sieht man es auch in den Knorpeln, die noch nicht ossificirt sind, wie an dem knorpeligen Theil des Schädels der Frösche. In den Rippenknorpeln sind die Knorpelkörperchen sehr unregelmäfsig, öfter mehrere aneinander gereiht, in vielen sieht man in der Mitte einen Kern. Es gelingt zuweilen, auf feinen Durchschnitten von Rippenknorpeln ein Körperchen am Durchschnittsrande zu sehen. Hier zeigt es sich nicht als blofse Höhlung des Knorpels, sondern ragt hervor; es scheint also in den Aushöhlungen der Knorpelsubstanz ein anderer Theil enthalten zu seyn, von dem es zweifelhaft ist, ob er selbst hohl ist. Bei den Knorpelfischen dagegen scheint der Inhalt weicher oder ganz flüssig zu seyn; denn bei Petromyzon sieht man an manchen Stellen die gewöhnlichen Knorpelkörperchen, an anderen Stellen ganz deutliche Durchschnitte von grofsen Zellen mit dünnen Knorpelwänden, und an manchen Stellen sieht man, was man anderswo als Knorpelkörperchen ansprach, durch allmälige Uebergänge Zelle werden [1]). Siehe Fig. 6 Taf. IV.

W. und Fr. Arnold [2]) haben am Knorpel der Kno-

1) Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, S. 125.

2) Tiedemann's Zeitschrift f. Physiol. Bd. V Hft. 2 S. 226.

chenansätze und an dem ossificirenden Knorpel in den von einander sich loslösenden Stücken eine fasrige Bildung gesehen. Im Knorpel des Erwachsenen sahen sie Räume, die unregelmäfsige Vier-, Fünf- und Sechsecke darstellen, zuweilen rundlich oder oval waren. In diesen fanden sich Häufchen von zusammengedrängten Bläschen; in der Zwischensubstanz Fasern. Dafs die Grundmasse des Knorpels wirklich Fasern enthalte, erkennt man noch an einigen anderen Umständen. E. H. Weber führt den faserigen Bruch in dem Knorpel an. Der Knochenknorpel läfst sich nach Extraction der Kalkerde nur in bestimmten Richtungen in ganz feine Lamellen reifsen und zasert sich auch in dieser Richtung beim Abreifsen der feinen Lamellen; in solchen zerrissenen Lamellen sieht man mit dem Mikroskop besonders leicht eine undeutlich faserige Structur.

Die Knorpelkörperchen des Knochenknorpels sind auch in den Hautknochen derjenigen Thiere, deren inneres Skelet Knorpelkörperchen enthält, wie in den Hautknochen der Gürtelthiere, wo ich sie sehr deutlich fand; gleichwohl sind diese Körperchen keine allgemeine Erscheinung in allen Knochenknorpeln. Ich vermifste sie in den Hautknochen der Ostracion, in den Knochenschildern der Störe, und auch in dem Knochenknorpel des innern Skelets der Knochenfische vermifste ich sie sehr häufig. In krankhaft erzeugten Knochengeweben des Menschen kommen sie häufig vor. In einer Ossification im Deltamuskel des Menschen, dem sogenannten Exercirknochen, waren die Körperchen deutlich, in Ossificationen der Aorta fand sie Miescher nicht; in den kalkhaltigen Concretionen, welche für blofse Depositionen von Kalksalzen, nicht aber für organisirte Knochen zu halten sind, darf man sie nicht erwarten.

Im Knochenknorpel des Menschen, der Säugethiere, Vögel, Amphibien scheinen die Knorpelkörperchen allgemein zu seyn, aber in den übrigen Knorpeln des Men-

schen und der Säugethiere sind grofse Verschiedenheiten, welche von Hrn. Miescher entdeckt worden., Nach ihrem Bau gehören nämlich die Knorpel drei verschiedenen Klassen an.

1) Die erste umfafst die Knorpel mit deutlichen Körperchen. Hieher gehören die mehrsten sogenannten permanenten Knorpel, die nur in einzelnen Fällen bei den Thieren oder im Alter beim Menschen ossificiren, wie die Rippenknorpel, die Knorpel des Kehlkopfes und der Luftröhre, die Nasenknorpel (auch der Knorpel der eustachischen Trompete, wie ich beim Kalb sehe), und die Gelenkknorpel. Diese Knorpel zeichnen sich mit vor den übrigen durch ihre Tendenz zur Verknöcherung aus. Die Rippenknorpel stellen schon bei mehreren Säugethieren Sternalrippen dar. Die Kehlkopfknorpel verknöchern leicht beim Menschen. Die Nasenflügelknorpel enthalten eine Ossification bei mehreren Säugethieren, es sind die Rüsselknochen; der Knorpel der Nasenscheidewand beim Frosch knorpelig, erscheint bei Dactylethra und Pelobates ossificirt. Selbst bei den Säugethieren giebt es Fälle von regelmäfsiger Verknöcherung der knorpeligen Nasenscheidewand. Man kannte diese Erscheinung bisher nur von einem fossilen Säugethiere, dem Rhinoceros tichorhinus; ich habe sie auch bei einem Säugethiere der lebenden Welt beobachtet, es ist das aethiopische Schwein, *Phacochoerus aethiopicus*, im alten Zustande.

2) Die zweite Klasse der Knorpel umfafst diejenigen mit ganz spongiöser, durch und durch zelliger Bildung, wobei die Knorpelsubstanz blofs die Wände der ansehnlichen Zellen einnimmt. Miescher hat diese Bildung in einigen entweder gar nicht oder sehr schwer ossificirenden Knorpeln entdeckt. Es sind der Ohrknorpel, der Knorpel des Kehldeckels und die knorpeligen Fortsätze am vorderen oberen Rande der Cartilagines arytenoideae des Schweines und Ochsen, welche den San-

torinischen Knorpeln zu entsprechen scheinen. Verknöcherungen in den Knorpeln dieser Klasse sind äufserst selten. Leuckart hat eine regelmäfsige Ossification im Ohrknorpel des Meerschweinchens, *Cavia aperea*, entdeckt; sie fehlt schon, wie ich sehe, bei dem verwandten *Aguti*. Von pathologischer Ossification des Ohrknorpels kenne ich nur einen einzigen Fall, nämlich im hiesigen Museum; an einem Kehldeckel in derselben Sammlung befinden sich einige Knochenpunkte.

3) Die dritte Klasse umfafst die eigentlichen Faserknorpel, Zwischengelenkknorpel, Bandscheiben der Wirbel, deren innere Bildung nach Miescher aus Fasern besteht, und welche sich nahe an das Sehnengewebe anschliefsen; hieher gehört unter den Knorpeln der Sinnesorgane allein der Augenliedknorpel. Die von Bichat zu den Faserknorpeln gerechneten Knorpel der Nase, des Ohrs und der Luftröhre gehören, wie Miescher zeigt, nicht dahin. Die Faserknorpel verknöchern schwer, aber man sieht diese Veränderung zuweilen in den ligamenta interverterablia. Wir werden sehen, dafs die chemische Untersuchung uns auch wesentliche Unterschiede unter den Knorpeln zeigt.

*B.* Verschiedene Arten des Leims in den Knorpeln, Knochen und anderen Geweben.

Unter den Versuchen, die thierischen Gewebe nach ihren näheren chemischen Bestandtheilen zu ordnen, scheint mir keine Eintheilung glücklicher und naturgemäfser als die Unterscheidung der eiweifsartigen und der leimgebenden Gewebe. Die Klasse der eiweifsartigen Körper umfafst bekanntlich das Eiweifs im engeren Sinne, den Faserstoff und den Käsestoff; die beiden ersteren gehen in die Zusammensetzung thierischer Gewebe ein. Die essigsaure Auflösung dieser Stoffe wird, wie Berzelius zeigt, von rothem Cyaneisenkalium gefällt. Die zweite Klasse der Gewebe, welche eben die der leimgebenden Gewebe

genannt wurde, umfafst die niederen, welche zum Theil mehr durch ihre physikalischen Eigenschaften nützlich sind; ihre essigsaure Auflösung wird von Cyaneisenkalium nicht gefällt. Hieher gehören, nach Berzelius, Zellgewebe, äufsere Haut, Knorpelgewebe, Sehnengewebe, elastisches Gewebe. Die einfachen Materien aber, deren essigsaure Auflösung von rothem Cyaneisenkalium nicht gefällt wird, sind bekanntlich Leim, Osmazom und Speichelstoff. Der erstere geht hauptsächlich in die Zusammensetzung der niederen Gewebe ein. Berzelius unterscheidet beide Klassen der Körper durch das Verhalten zum Kaliumeisencyanid, und dieser Unterschied ist auch allein durchgreifend, so lange man annimmt, dafs die innere Haut der Arterien oder das elastische Gewebe beim Kochen keinen Leim gebe, und dafs es auch nicht leimgebende Knorpel gebe. Eulenberg hat nun beobachtet, dafs das elastische Gewebe in dieser Hinsicht keine Ausnahme macht, obgleich es selbst nach sehr langem Kochen elastisch bleibt. Alles elastische Gewebe, auch die mittlere Haut der Arterien, giebt nach lange genug (48 Stunden) fortgesetztem Kochen entschieden Leim, und man erhält aus den schon ausgezogenen Theilen durch neues Kochen immer wieder neuen Leim, so dafs man den Leim nicht blofs vom Zellgewebe herleiten kann. Dieſs wird auch dadurch bewiesen, dafs, wie ich fand, der Leim des elastischen Gewebes sich durch seine Reactionen vom Leim des Zellgewebes unterscheidet. Auch die innere Haut der Arterien gehört zu den leimgebenden Geweben. Die Eintheilung der Knorpel in leimgebende und nicht leimgebende, welche ausgezeichnete Autoritäten, wie Berzelius und E. H. Weber für sich hat, scheint mir in aller Strenge auch nicht mehr festzuhalten; diese Unterscheidung verschwindet zum Theil, wenn man das Kochen der Gewebe 12, 24, 48 Stunden fortsetzt. Miescher fand schon, dafs die Kehlkopfknorpel in 15 Stunden durch Kochen in Leim gelöst wurden. Dasselbe

gelang mir in 12 bis 15 Stunden; dieser Leim gelatinirt vollkommen. Berzelius rechnete schon die Rippenknorpel zu den leimgebenden; in der That stimmen sie ganz mit den Kehlkopfknorpeln, und der Leim bildet auch eine gute Gallerte. Ich erhielt auch aus den Gelenkknorpeln, welche die Oberfläche der Gelenkköpfe bedecken, in 18 bis 20 Stunden gelatinirenden Leim. Zwischengelenkknorpel, wie die Cartilagines semilunares gaben mir ferner nach sehr langem Kochen gelatinirenden Leim.

Da die Nasenknorpel mit den Kehlkopf- und Rippenknorpeln, die Augenliedknorpel mit den Faserknorpeln durch ihre Structur übereinstimmen, so ist es wahrscheinlich, dafs sie auch Leim geben. Es bleiben daher von den Knorpeln, welche Berzelius und E. H. Weber als nicht leimgebend ansehen, nur die Ohrknorpel übrig. Diese bilden allerdings, wie Miescher fand, mit dem Kehldeckel eine eigene Klasse von Knorpeln, die spongiösen Knorpel, deren anatomische Charaktere vorher angeführt worden sind; und merkwürdig genug zeichnen sich diese Knorpel vor allen anderen dadurch aus, dafs man selbst in 36 bis 48 Stunden keinen gelatinirenden Leim aus ihnen durch Kochen gewinnt. Die geringe Menge von Extract, die man aus ihnen gewinnt, bleibt nach dem Eindicken nur syrupartig. Nach 36stündigem Kochen gelatinirte das Extract nicht in Miescher's Versuch, und dasselbe Resultat erhielt ich bei 48stündigem Kochen. Da indefs auch der Leim der Fischknochen nicht recht gelatinirt, obgleich er in allen Eigenschaften mit Leim übereinkömmt, da ferner das durch Kochen gewonnene Extract der Ohrknorpel chemisch fast ganz mit der gelatinirenden Leimart von Gelenkknorpel, Kehlkopfknorpel, Rippenknorpel übereinstimmt, wie ich fand, so scheint mir kein hinreichender Grund mehr für eine solche Trennung der Knorpel in leimgebende und nicht leimgebende vorhanden zu seyn. Die Gewebe, deren essig-

saure Auflösung durch Cyaneisenkalium nicht gefällt wird, oder die nicht eiweifsartigen Fasern der Haut, Sehnengewebe, Zellgewebe, elastisches Gewebe, Knorpelgewebe können also wohl unter dem gemeinsamen Namen der leimgebenden Gewebe zusammengefafst und als solche den eiweifsartigen gegenübergestellt werden. Die Zeit, welche nöthig ist, um thierische Materie aus diesen Geweben auszuziehen, ist sehr verschieden. Bald geben Sehnengewebe, Zellgewebe, Knochengewebe (geraspelte Knochen) Leim, am schnellsten vielleicht Hirschhorn; später die permanenten Knorpel mit Knorpelkörperchen und die noch knorpeligen Theile des Skelets des Neugebornen, dann die Faserknorpel, noch später das elastische Gewebe; am spätesten erhält man einiges Extract aus den spongiösen Knorpeln wie Ohrknorpel. Da die Klasse der eiweifsartigen Körper Stoffe von grofsen Verschiedenheiten in sich schliefst, wie Eiweifs, Faserstoff, Käsestoff, so sollte man glauben, auch die vielen Körper, welchen das Kochen ein gelatinirendes Extract entzieht, müfsten nicht alle eine und dieselbe Materie in diesem Extract liefern. So ist es auch. Es giebt nämlich zwei Hauptverschiedenheiten des Leims, den gewöhnlichen *Leim*, *Tischlerleim*, *Colla*, und eine davon sehr verschiedene Leimart, die man *Knorpelleim*, *Chondrin* nennen kann. Ich entdeckte diese Materie zuerst in einer pathologischen Knochengeschwulst von knorpelig weichem Inhalt in der blasig aufgetriebenen Rinde des Knochens; hernach fand ich dieselbe Materie in den permanenten Knorpeln, mit Ausschlufs der Faserknorpel, in denen sie fehlt. Das durch langes Kochen aus den Knorpeln der Knorpelfische gewonnene Extract steht dieser Materie sehr nahe, obgleich jene schlecht oder gar nicht, diese sehr gut gelatinirt, und der Leim des elastischen Gewebes zeigt auch eine theilweise Uebereinstimmung damit.

1) Colla, Tischlerleim, Leim der Knochen, Sehnen, Häute, Hausenblase. Die Charaktere dieses Leims sind be-

kannt, wie auch, dafs sich Hausenblase von gewöhnlichem Leim oder Tischlerleim nur durch ihre gröfsere Löslichkeit in Weingeist unterscheidet. Der Leim wird von Galläpfelinfusion, Chlor, Weingeist, Quecksilberchlorid, schwefelsaurem Platinoxyd, Platinchlorid gefällt; er wird dagegen nicht von Salzsäure, Essigsäure, essigsaurem Blei, Alaun, schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Eisenoxyd niedergeschlagen. Das schwefelsaure Eisenoxyd fällte anfangs den gewöhlichen Tischlerleim nicht; nach einiger Zeit stellte sich jedoch, bei Versuchen mit käuflichem Tischlerleim, ein Niederschlag ein, dieser löste sich in der Wärme wieder auf.

2) Knorpelleim, Chondrin. Diese Materie findet sich in den permanenten Knorpeln mit Ausnahme der Faserknorpel; man gewinnt sie durch 12-, 15-, 18stündiges Kochen aus den Knorpeln des Kehlkopfs, den Rippenknorpeln, Gelenkknorpeln, und kann sie bei lange genug fortgesetztem Kochen ganz darin auflösen. Sie ist eingedampft farbloser als Tischlerleim. Sie gesteht beim Kaltwerden einer eingedampften Lösung eben so gut wie Leim; die Gallerte ist klar; im getrockneten Zustande ist die Materie weniger braun als gewöhnlicher Leim. Stimmt der Knorpelleim durch das Gelatiniren, durch sein Aufquellen von kaltem Wasser und Gelöstwerden von heifsem Wasser, durch seine Reactionen gegen Galläpfelinfusion, Chlor, Weingeist, Quecksilberchlorid mit gewöhnlichem Leim ganz überein, so unterscheidet er sich ganz davon durch sein Verhalten gegen Alaun, schwefelsaure Thonerde, Essigsäure, essigsaures Blei und schwefelsaures Eisenoxyd. Alle diese Materien fällen den Knorpelleim, während sie den gewöhnlichen Leim nicht im geringsten trüben. Am stärksten sind die Niederschläge von Alaun und schwefelsaurer Thonerde; sie bilden grofse, weifse, compacte Flocken, welche sich leicht zusammenballen. Der Niederschlag von Essigsäure ist feiner vertheilt und macht die Auflösung stark weifs getrübt;

die Niederschläge von essigsaurem Blei und schwefelsaurem Eisenoxyd bilden kleinere oder gröfsere Flocken, nach dem Grade der Concentration der Auflösung. Um allen Knorpelleim aus einer Auflösung auszufällen, reicht äufserst wenig von einer Auflösung von Alaun oder von schwefelsaurer Thonerde hin. Diese Niederschläge lösen sich in kaltem und heifsem Wasser nicht wieder, wohl aber in einer Auflösung von Alaun oder von schwefelsaurer Thonerde wieder auf, wenn man viel von dieser Auflösung zusetzt. Um den Knorpelleim aus einer Auflösung ganz auszufällen, mufs man daher nur tropfenweise von einer Auflösung von Alaun oder schwefelsaurer Thonerde hinzugiefsen. Durch Abdampfen des Filtrates überzeugt man sich leicht, dafs aller Knorpelleim ausgefällt worden. Das abgedampfte Filtrat gelatinirt nicht mehr und enthält überhaupt nur ein Minimum von thierischer Materie mehr. Hieraus ergiebt sich, dafs der Knorpelleim oder das Chondrin die Ursache des Gelatinirens des Extractes von permanenten Knorpeln ist, und nicht etwa als eine zweite Materie neben gewöhnlichem Leim vorhanden ist. Wahrscheinlich ist der Niederschlag von Alaun und schwefelsaurer Thonerde eine Verbindung von Chondrin mit Alaun oder schwefelsaurer Thonerde oder mit Thonerde, welche Verbindung in kaltem und heifsem Wasser unlöslich, in überschüssigem Alaun oder schwefelsaurer Thonerde löslich wird. Der Niederschlag des Chondrins von Essigsäure wird von mehr Essigsäure *nicht* wieder aufgelöst, neutralisirt man aber die Säure durch kohlensaures Kali, so wird der Niederschlag wieder aufgelöst. Die Niederschläge von Alaun, von schwefelsaurer Thonerde und Essigsäure werden von wenig zugesetztem essigsaurem Kali, Natron oder Chlornatrium nicht aufgelöst; versetzt man aber eine Auflösung von Knorpelleim, worin dieser durch Alaun, schwefelsaure Thonerde oder Essigsäure niedergeschlagen worden, mit sehr viel essigsaurem Kali, Natron oder Kochsalz, so

löst sich der Niederschlag vollständig wieder auf. Der Niederschlag des Chondrins von essigsaurem Blei wird durch überschüssig zugesetztes essigsaures Blei nicht wieder aufgelöst. Schwefelsaures Eisenoxyd bewirkt auf der Stelle einen sehr starken Niederschlag, der sich von mehr schwefelsaurem Eisenoxyd nicht, wohl aber in der Hitze auflöst.

Salzsäure im Minimum einer Auflösung von Knorpelleim zugesetzt, bewirkt eine Fällung; um diese Fällung zu bewirken, darf jedoch bei einer Probe nur etwas von einem Tropfen Salzsäure angewandt werden, mehr Salzsäure fällt den Knorpelleim nicht und bleibt derselbe ganz klar. Die Auflösung des Chondrins in Salzsäure wird von Kaliumeisencyanid nicht niedergeschlagen.

Eine ganz concentrirte Lösung von Knorpelleim wird von liquor kali caustici nicht getrübt, aus einer concentrirten Lösung von Leim schlägt Kalihydrat viel nieder, und dieser Niederschlag enthält, nach Berzelius, viel phosphorsaure Kalkerde. Von Platinchlorid wird der Knorpelleim getrübt, von salpetersaurem Silber dagegen kaum getrübt.

Weingeist fällt das Chondrin wie den Leim, und wenn er zu einer eingedampften Lösung zugesetzt wird, in weifsen, consistenten, fadenartigen Flocken; wird der Weingeist abfiltrirt und Wasser zugesetzt, so wird der Niederschlag wieder durchscheinend und in heifsem Wasser löst er sich ganz auf. Hierin stimmt das Chondrin mit Colla überein. Was der Weingeist auszieht (Osmazom), ist, abgedampft, in Wasser wieder löslich, und wird von Galläpfeltinktur getrübt. Der Niederschlag der eingedampften Auflösung des Chondrins von Weingeist, in Wasser wieder aufgelöst, wird wieder, wie vorher, von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Blei und schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt. Das eingedampfte Weingeistextract des Chondrins in Wasser gelöst, wird von eben diesen Stoffen nicht gefällt.

Die Niederschläge von jenen Stoffen enthalten also dieselbe Materie wie der Niederschlag der eingedickten Lösung von Weingeist.

Wir kennen unter den gewöhnlichen thierischen Materien bis jetzt nur eine einzige, welche von Essigsäure fällbar ist, nämlich Käsestoff. Dieser unterscheidet sich von dem Knorpelleim durch das Gelatiniren der abgedampften Lösung des letztern, so wie durch das Verhalten zur Salzsäure und zum Kaliumeisencyanid. Die saure Auflösung von Käsestoff wird von Kaliumeisencyanid niedergeschlagen, wie Berzelius bemerkt, die salzsaure Lösung von Chondrin nicht. Die Salzsäure fällt den Käsestoff, das Chondrin läfst sie aufgelöst, und bewirkt blofs dann einen Niederschlag, wenn ein Minimum davon zugesetzt wird. Auch das in der Schleimhaut des Lab's enthaltene Verdauungsprincip, welches durch sehr verdünnte Säuren daraus ausgezogen werden kann, kann zur Untersuchung von Chondrin und Käsestoff angewandt werden. Diefs Princip (*pepsin*), welches im sauren Zustande im Minimum lösend auf thierische Nahrungsmittel wirkt, das geronnene Eiweifs dabei in Osmazom und Speichelstoff umwandelt [1]) und Monate lang aufbewahrt, dieselbe specifische Wirksamkeit auf Thierstoffe behält, macht auch im neutralen Zustande die Milch bei einem gewissen Verhältnifs der Quantitäten, gerinnen, wie Schwann zeigte; auf das Chondrin hat es im neutralen Zustande keinen Einfluss. Die Anwendung der Essigsäure zur Erkennung des Käsestoffs dürfte übrigens forthin Vorsicht erfordern, da sie offenbar zur Erkennung dieses Stoffes nicht hinreicht.

1) S. über diese Wirkungen: Eberle Physiologie der Verdauung. Würzburg 1834. J. Müller und Schwann über die künstliche Verdauung des geronnenen Eiweifses, in Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1836, 1; und über die chemischen Eigenschaften des Verdauungsprincips; die wichtige Arbeit von Schwann. Ebend. 1. und 2.

Ich habe mir die Frage aufgeworfen, ob die verschiedenen Reactionen des Leims und Chondrins nicht von der Bereitung des erstern herrühren, und ob derselbe, im ganz reinen Zustande und aus frischen Theilen bereitet, sich nicht vielleicht wie Chondrin verhalte, oder ob vielleicht der Knorpelleim erst durch das lange Kochen aus anderem Leim erzeugt wird. Die Bereitung ist indefs nicht Ursache der Verschiedenheit. Dafs die eigenthümlichen Reactionen des Knorpelleims nicht erst durch das lange Kochen entstehen, kann leicht bewiesen werden; denn auch Faserknorpel und die Haut erfordern langes Kochen um Leim zu geben, dieser Leim ist aber Colla und kein Chondrin. Aufserdem ist 15- bis 18stündiges Kochen, wie es zur Auflösung von Rippenknorpeln, Kehlkopfknorpeln in Chondrin nöthig ist, kein grofser Zeitraum für Leimbildung, wenn es auf die gänzliche Auflösung einer Substanz ankommt. Dann geben diese Knorpel schon nach 6- bis 8stündigem Kochen so viel aufgelöstes Chondrin, dafs man, wenn auch keine Gelatina bereiten, doch sehr gut die eigenthümlichen Reactionen des Chondrins erkennen kann. Endlich bleibt auch der Leim nach langem Kochen in Hinsicht der Reactionen dieselbe Materie. Die keineswegs sorgfältige Bereitung des Tischlerleims im Grofsen ist auch nicht die Ursache der Reactionen desselben. Schon der reinste käufliche Leim, die Hausenblase, unterscheidet sich so bestimmt vom Chondrin wie Tischlerleim. Um aber noch sicherer zu gehen, habe ich mir selbst Leim aus ganz frischen Theilen, nämlich von Sehnen, von Haut, bereitet. Dieser Leim verhält sich eben so verschieden von Chondrin, und gleicht, bis auf die reinere und hellere Färbung, ganz dem Tischlerleim. Auch den aus geraspeltem Hirschhorn und geraspelten Knochen, so wie den ganz gleichen, aus Knochenknorpel, nach Extraction der Kalksalze, bereiteten Leim finde ich ganz von dem Knorpelleim verschieden. Ich mufste mir ferner die Frage aufwerfen, ob die Verschie-

denheiten des Leims und Chondrins nicht von der Verbindung eines Salzes oder andern Körpers mit einem von beiden herrühren, so z. B. dafs Chondrin, mit einem Salze verbunden, Leim wäre. Ein Umstand erinnert daran, dafs nämlich die Fällungen des Chondrins von Alaun, schwefelsaurer Thonerde und Essigsäure aufgehoben werden, wenn sehr viel essigsaures Kali oder sehr viel Kochsalz zu der Lösung von Chondrin gesetzt wird. Die Menge des Salzes, welche nöthig ist, um diese eigenthümlichen Reactionen des Chondrins aufzuheben und es gleichsam dem Leim ähnlich zu machen, ist indefs sehr grofs, und diefs ist jener Idee nicht günstig, wenn sie auf der andern Seite einige Stütze dadurch erhält, dafs es hinwieder nach Berzelius Verbindungen des Leims mit Salzen, z. B. essigsaurem Kali und schwefelsaurem Kali giebt. Man könnte ferner auch in dem Chondrin eine Verbindung von einem Salz mit Leim vermuthen. Diese Hypothese würde aber die Aufhebung der eigenthümlichen Reactionen des Chondrins gegen Alaun und Essigsäure durch essigsaures Kali und Chlornatrium nicht aufklären. Die Verbindungen von essigsaurem Kali und Leim und die Verbindung von schwefelsaurem Kali mit Leim haben übrigens keine Aehnlichkeit mit Chondrin. Denn die erstere Verbindung ist in Alkohol löslich, die zweite krystallisirt beim Verdunsten des Wassers.

Da der Leim viel phosphorsaure Kalkerde enthält, so könnten Leim und Chondrin durch diese Verbindung ihre Verschiedenheiten erhalten. Der Umstand, dafs eine Lauge von kaustischem Kali aus einer concentrirten Auflösung von Leim phosphorsaure Kalkerde niederschlägt, dafs dieselbe aber nichts aus einer concentrirten Auflösung von Knorpelleim fällt, könnte dieser Idee günstig seyn, und eine Bestätigung würde um desto wichtiger seyn, als aufser dem Leim der Sehnen und Häute gerade der Knochenleim, dessen concentrirte Lösung, wie ich sehe, auch von Kalihydrat gefällt wird, sich an den ge-

wöhnlichen Leim anschliefst, während der Leim des noch nicht ossificirten Theils des Knochens sich wie permanenter Knorpel verhält, und beim Kochen, statt Leim, Chondrin giebt. Die Natur des Chondrins würde sich dann durch Verbindung mit phosphorsaurer Kalkerde zur Zeit der Ossification umwandeln, und diese Verwandlung zur Osteogenese nothwendig seyn, so wie sich factisch in den Knochen Chondrin in Leim umbildet, und pathologisch in weichen knorpeligen Knochengeschwülsten wieder Chondrin zum Vorschein kommt, wie ich hernach ausführlich erweisen werde. Um sich länger bei dieser Idee, dafs Knorpelleim durch Bindung von phosphorsaurer Kalkerde in Leim sich umwandeln könne, aufzuhalten, müfste sie indefs durch eine Gegenprobe unterstützt werden können, welche fehlt. Ich habe versucht Chondrin mit phosphorsaurer Kalkerde zu verbinden, indem ich eine Auflösung von Knorpelleim mit saurer phosphorsaurer Kalkerde versetzte und die Säure dann durch kohlensaures Kali neutralisirte, wodurch die neutrale phosphorsaure Kalkerde gefällt wurde. Ich erwartete, dafs sich ein Theil der phosphorsauren Kalkerde mit dem Knorpelleim auflöslich verbunden haben würde, und hoffte, die Reactionen dieser Verbindung zu untersuchen; allein nachdem filtrirt worden, enthielt das Filtrat keinen Knorpelleim mehr, denn Galläpfeltinktur schlug daraus nichts nieder. Ich versuchte diese Bindung auch in der Art, dafs ich eine ganz concentrirte Auflösung von Knorpelleim mit Kalkwasser versetzte und durch Phosphorsäure neutralisirte. Das Filtrat hatte aber noch alle Eigenschaften des Knorpelleims. Auch das mit Kalkwasser versetzte Chondrin behält seine Reactionen gegen Essigsäure und essigsaures Blei. Der Niederschlag von schwefelsaurer Thonerde kann hier nicht angeführt werden, da diese unter den erwähnten Umständen Gyps niederschlagen mufs. Auch durch Behandlung von Chondrin mit der Asche von Leim liefs sich kein Leim bilden.

3) *Leim des elastischen Gewebes.* Der Leim von

elastischem Gewebe nähert sich mehr dem Knorpelleim als dem gewöhnlichen Leim. Er wird nämlich von essigsaurem Blei getrübt, von Essigsäure sehr stark getrübt, von Zusatz von Alaun oder von schwefelsaurer Thonerde wird er gefällt und von schwefelsaurem Eisenoxyd kaum getrübt. Der Niederschlag von schwefelsaurer Thonerde löste sich in überschüssiger schwefelsaurer Thonerde nicht. In einigen Punkten entfernt sich dieser Leim von dem Knorpelleim, aber nur in einem Punkt stimmt er mit dem gewöhnlichen Leim.

*C.* Verbreitung der verschiedenen Leimarten in den gesunden und kranken Geweben.

1) *Haut.* Die Haut giebt, wie sich erwarten liefs, beim Kochen den gewöhnlichen Leim und kein Chondrin. Die Theorie des Weifsgerbens leitet auf die Idee, dafs der Leim der Haut von Chloraluminium niedergeschlagen werde. Das Weifsgerben besteht bekanntlich darin, dafs die Häute in eine gemengte Auflösung von Alaun und Kochsalz gelegt werden. Das hierbei entstehende Chloraluminium schlägt indefs den gewöhnlichen Leim nicht nieder. Ich kochte getrocknete Stücke von Haut, die, zum Weifsgerben bestimmt, früher mit Kalkhydrat behandelt worden, wodurch die Haare von den Häuten abgelöst waren. Der aus diesen Stücken bereitete Leim hatte die Eigenschaften des gewöhnlichen Leims; auch die frühere Behandlung mit Kalkhydrat hatte ihm keine Fällbarkeit von Alaun, schwefelsaurer Thonerde, Essigsäure, essigsaurem Blei mitgetheilt. Da nun bei Versetzung einer Auflösung von Leim mit Kochsalz und Alaun kein Niederschlag entsteht, so ist eine Theorie des Weifsgerbens noch gar nicht vorhanden. Das Kochsalz kann dem thierischen Gewebe Wasser entziehen und die Fasern der Haut können mit Chloraluminium sich verbindend der Fäulnifs widerstehen; aber der durch Kochen aus thierischen Theilen gewonnene Leim bildet, wenn er sich mit Chloraluminium verbindet, so gut wie mit Alaun

und schwefelsaurer Thonerde eine auflösliche Verbindung.

2) *Sehnengewebe.* Obgleich gewöhnlicher Tischlerleim auch vorzugsweise von sehnigen Theilen gekocht wird, so hielt ich es doch für nöthig reinen Leim aus Sehnen zu untersuchen. Dieser zeigte ganz die Reactionen des gewöhnlichen Leims.

3) *Cornea des Auges.* Sie löst sich durch Kochen in Chondrin.

4) *Elastisches Gewebe.* Ich habe schon vorher erwähnt, dafs der Leim von elastischem Gewebe einige eigenthümliche Reactionen hat. Er wird von essigsaurem Blei gefällt oder stark getrübt, von Essigsäure sehr stark getrübt; von Alaun und schwefelsaurer Thonerde gefällt; aber schwefelsaures Eisenoxyd fällt ihn nicht, und macht ihn nur etwas opalisirend. Das elastische Gewebe hat übrigens, wo es auch vorkömmt, constante Eigenschaften; es ist immer gelblich, besteht unter dem Mikroskop von allen Geweben allein aus Fasern, welche Aeste abgeben und sich mit einander verbinden, wie Lauth fand, Schwann und Eulenberg bestätigt haben. Im Weingeist behält es seine Elasticität ganz unverändert viele Jahre lang. Auch durch Kochen verliert es sie nicht. Beim Menschen und den Säugethieren kennt man das Gewebe bereits von den ligamenta flava der Wirbelbogen, von dem ligamentum hyothyreoideum und cricothyreoideum medium des Kehlkopfes, und den eigentlichen Stimmbändern, von den Längsfasern der Luftröhre und von der mittleren Haut der Arterien. Schwann hat es noch an einigen andern Stellen nachgewiesen, wo es in anderem Gewebe sparsamer eingestreut ist, wie in der Speiseröhre unter der Schleimhaut, am After, in dem lig. suspensorium penis, dem umliegenden Zellgewebe und in den sehnigen Bündeln, welche das corpus cavernosum penis quer durchziehen. Das lig. stilohyoideum besteht daraus. Bei den Thieren findet es sich noch an vielen anderen Stellen. Es bildet das starke ligamentum nuchae der Säugethiere, das

elastische Band der Flügelfalle der Vögel, und fehlt nicht in den Flügeln der Fledermäuse; es kömmt ferner, wie Duvernoy zeigte, in den Wänden des Kehlsackes des Pelecans vor. Die Krallenglieder werden beim Katzengeschlecht durch elastische Bänder zurückgezogen. Bei den Vögeln mit ausstreckbarem penis fand ich ein starkes elastisches Band, zum Zurückziehen des penis bestimmt. Beim afrikanischen Strauſs bildet das elastische Gewebe sogar einen eigenen dicken Körper an der untern Seite des penis. Dieser penis kann nur vorgestreckt, nicht wie ein Handschuh ausgestülpt werden; den letzteren Fall fand ich aber am penis der übrigen strauſsartigen Vögel, der Rhea americana, des neuholländischen Casuars. Die Ruthe der letzteren besteht aus dem doppelten fibrösen, mit der Rinne versehenen Theil, und (wie bei den Gänsen) einem langen, eingestülpten, hohlen Theil, der sich ausstülpen kann und durch elastisches Gewebe zurückgezogen wird. Endlich gehört zum elastischen Gewebe auch noch das Schloſsband der Muscheln.

5) *Faserknorpel.* Die Faserknorpel, wohin die Cartilagines interarticulares, die Bandscheiben der Wirbel und die Knorpel der Augenlieder gehören, geben beim Kochen keinen Knorpelleim, sondern gewöhnlichen Leim. Diesen erhielt ich nach langem Kochen der Cartilagines semilunares des Kniegelenks vom Schaf. Er wurde nicht von Essigsäure und Alaun gefällt, gelatinirte übrigens nach dem Eindampfen. Die Faserknorpel stehen dem Sehnengewebe sehr nahe, erfordern aber viel mehr Zeit zum Leimgeben als dieses. Die von Bichat zu den Faserknorpeln gerechneten Ohrknorpel (mit spongiöser Structur) und die Nasenknorpel (mit Knorpelkörperchen) gehören nicht hieher, und enthalten nicht den gewöhnlichen Leim, wie ihn die Faserknorpel geben.

6) *Spongiöse Knorpel.* (Ohrknorpel, Kehldeckel, und knorpelige Anhänge der Cartilagines arytenoideae

beim Rind und Schwein.) Beim Kochen von Knorpeln des Kehlkopfs mufs man sehr vorsichtig verfahren. Denn hier kommen drei Arten von Knorpeln vor. Die Ringknorpel, Schildknorpel, Giefskannenknorpel enthalten Knorpelkörperchen und geben Knorpelleim. Mit ihnen darf man den Knorpel des Kehldeckels nicht kochen, denn er gehört unter die spongiösen Knorpel. Endlich wird auch die dritte Klasse der Knorpel, nämlich der Faserknorpel am Kehlkopf in der Cartilago Wisbergiana (in den Schleimhautfalten, die man ligamenta ary epiglottica nennt) repräsentirt. Dieser letztere Knorpel gehört in eine Categorie mit dem auch in einer Hautfalte liegenden Augenliedknorpel.

Das wenige aus Ohrknorpel durch 48stündiges Kochen zu erhaltende Extract unterscheidet sich vom Leim und Knorpelleim dadurch, dafs es nach dem Eindicken durchaus nicht zum Gelatiniren gebracht werden kann. Die chemischen Eigenschaften kommen mit dem Knorpelleim fast ganz überein. Die Auflösung wird von Alaun und schwefelsaurer Thonerde gefällt, von Essigsäure aber kaum getrübt, von essigsaurem Blei getrübt. Sublimat trübt die Auflösung wie die von Leim und Knorpelleim. Weingeist, Gerbstoff fällen die Materie.

7) *Permanente Knorpel mit Knorpelkörperchen.* (Rippenknorpel, Schildknorpel, Ringknorpel, Giefskannenknorpel des Kehlkopfes, Luftröhrenknorpel, Nasenknorpel, Knorpelüberzüge der Gelenkköpfe.) Sie sind alle, bis auf die Nasenknorpel, von mir untersucht. Sie lösen sich in 15 bis 18 Stunden in Leim auf, der nach dem Eindampfen gut gelatinirt. Es ist reiner Knorpelleim, und wird derselbe ganz aus seiner Auflösung von wenig Alaun gefällt. Abkochungen von Kehlkopfknorpel, Rippenknorpel, Gelenkknorpel erhielten sich ganz gleich gegen die charakteristischen Reagentien des Knorpelleims. Die untersuchten Knorpel waren zum Theil

von jungen, zum Theil von erwachsenen Thieren; die Kehlkopfknorpel vom Kalb, die Gelenkknorpel vom Rind, die Rippenknorpel vom Kalb.

8) *Knochenknorpel vor der Ossification.* Vor der Ossification enthalten die Knorpel Chondrin. So fand ich es wenigstens beim Kochen der knorpeligen Epiphysen eines neugeborenen Kindes, die von dem Gelenktheil des Knorpels vorsichtig befreit worden. Diese Knorpel erforderten sehr viele Zeit, gegen 20 Stunden, ehe sie einige Quantität Extract gaben; der gröfste Theil war noch ungelöst. Diefs contrastirt sehr gegen die Knochen, die, im geraspelten Zustande gekocht, schon in einigen Stunden viel Leim geben, der sich aber in den ossificirten Knochen nicht als Knorpelleim, sondern als gewöhnlicher Leim verhält.

9) *Knochenknorpel nach der Ossification.* Er enthält kein Chondrin, sondern Leim. Es ist gleichviel, ob man erst die Kalksalze durch Salzsäure auszieht und den von der Säure befreiten Knorpel kocht, oder ob man, ohne Einwirkung der Säure, geraspelte Knochen kocht. Der Leim verhält sich in beiden Fällen gleich, und stimmt mit Tischlerleim. Untersucht wurden 1) Leim aus Knorpel vom Schulterblatt des Menschen, aus dem vor langer Zeit die Kalksalze ausgezogen worden. 2) Leim aus geraspelten Knochen (gelatinirte nicht sogleich beim Erkalten und erst am folgenden Tag). 3) Leim aus geraspeltem Hirschhorn (wird am schnellsten und noch schneller als aus Sehnen durch Kochen ausgezogen, gelatinirte sogleich beim Erkalten). 4) Leim aus Fischknochen, Rückenwirbel vom Schwertfisch (gelatinirte nicht, kam aber sonst mit Leim ganz überein). Essigsäure, essigsaures Blei schlugen aus dem Leim aller dieser Theile nichts nieder; Alaun und schwefelsaure Thonerde auch in den meisten Fällen nichts. Bei einigen Proben von 2. zeigten sich, bei aufmerksamer Betrachtung der klaren Flüssigkeit, sehr wenige ganz zarte Flöckchen, in anderen Fällen

fehlte auch diese Spur von Niederschlag; 3. blieb in den meisten Proben bei Zusatz von Alaun und schwefelsaurer Thonerde ganz klar, in einigen eine noch geringere Spur von Flöckchen als bei 2. Diese Unreinigkeit war jedenfalls so gering, dafs sie übersehen werden konnte, indem sie wahrscheinlich von einem Minimum im Knochen enthaltenen Knorpelleims herrührte. Die Masse des Leims aus der concentrirten Lösung von Knochenknorpel wird nicht von Alaun gefällt, während aus einer Auflösung von Knorpelleim die ganze Masse sogleich niedergeschlagen wird. Der Leim von Fischknochen verhält sich ganz wie der Leim der Knochen höherer Thiere. Gegen das schwefelsaure Eisenoxyd verhält sich Leim von Säugethierknochen etwas anders als Tischlerleim; eine concentrirte Auflösung von Knochenleim wurde nämlich dadurch gefällt, der Niederschlag in der Wärme wieder aufgelöst. Hirschhornleim wurde von schwefelsaurem Eisenoxyd zwar nicht gefällt, aber es setzte sich später beim Stehen eine Trübung ab. Schwefelsaures Eisenoxyd ist übrigens kein gutes Reagenz für die Leimarten; auch der Tischlerleim wird anfangs von ihm nicht niedergeschlagen, hernach setzt sich aber öfter eine Trübung ab. Eine ganz concentrirte Auflösung von Knochenleim erleidet übrigens (wie gewöhnlicher Tischlerleim) einen starken Niederschlag von liquor kali caustici. Offenbar entsteht in dem Knorpelleim bei der Ossification der Knochen eine wesentliche Umwandlung, mag diefs auf der Umsetzung seiner Bestandtheile oder auf einer Verbindung mit anderen Bestandtheilen, Salzen, wie phosphorsaure Kalkerde, beruhen. Diese Umwandlung scheint zur Ossification wesentlich nothwendig zu seyn; wir kennen bis jetzt keinen ossificirten Knochen, der eine merkliche Quantität Chondrin enthielte. Selbst die permanenten Knorpel verlieren es bei der zufälligen oder krankhaften Ossification.

10) *Krankhaft ossificirte permanente Knorpel.* Un-

tersucht wurden die osssificirten Kehlkopfknorpel (Ringknorpel, Schildknorpel) eines Menschen; die Reste von knorpeligen Theilen wurden vor dem Kochen sorgfältig davon entfernt. Der durch Kochen aus den zerstofsenen Stücken bereitete Leim war kein Knorpelleim, sondern Colla; er wurde von Essigsäure, Alaun, schwefelsaurer Thonerde, essigsaurem Blei nicht gefällt. Die beiden ersteren bewirkten kaum ein Minimum von ganz isolirten Flöckchen, die in der ganz klaren Flüssigkeit nur bei einiger Aufmerksamkeit bemerkt wurden. Da diese beiden Reagentien sonst auf der Stelle den Knorpelleim in Masse niederschlagen, so konnte jene Spur nur von Resten nicht ganz ossificirter Theile der Knorpel herrühren. Ein permanenter Knorpel, der als solcher Chondrin enthält, setzt es also vor oder während der Ossification in Knochenleim oder gewöhnlichen Leim um, eben so wie die noch knorpeligen Epiphysen Chondrin enthalten, der Knochen nach der Ossification aber Leim enthält.

11) *Hautknochen. Verschiedenheit von Hornbildungen.* Die Existenz des Leims in den Skelettheilen scheint überall an das Vorhandenseyn der phosphorsauren Kalkerde als Hauptbestandtheil der Ossification gebunden zu seyn. Im Skelet der Wirbellosen ist kein Leim vorhanden. Durch 12stündiges Kochen wurden Krebsschalen, die von der Kalkerde durch Säure befreit waren, gar nicht verändert, und ich erhielt nur ganz aufserordentlich wenig nicht gelatinirendes Extract, welches von Galläpfelinfusion gefällt, von Quecksilberchlorid und Kaliumeisencyanid nicht gefällt wurde. Eben so verhielt sich der thierische Theil von os sepiae, und auch der sogenannte Knorpel der Loligo enthält keinen Leim. Im ossificirten Skelet der Wirbelthiere bleibt der Leim immer die thierische Grundlage, auch in den Hautknochen. Man hat sich in der neuern Zeit hier und da zu der Ansicht geneigt, dafs die thierische Grundlage des Hautske-

lets der Wirbelthiere nicht Knorpel, sondern Hornbildung sey, wie das Horn durch schichtweise Apposition wachse, und daher durch eine organisirte Matrix ausgeschieden, der Organisation entbehre. Mir scheinen dagegen die Hornbildungen der Haut und die Hautknochen keine analogen Gebilde zu seyn, sondern sich gerade darin zu unterscheiden, dafs die Hautknochen in der That organisirt sind und wahren Knorpel zu ihrer Grundlage haben. Die Hautknochen der Gürtelthiere enthalten selbst Knochenkörperchen, oder der Knorpel Knorpelkörperchen, und dieser Knorpel giebt auch nach Extraction der Kalkerde nach 12stündigem Kochen guten Leim, wie ich selbst erprobt habe. Die Hautknochen der Gürtelthiere können schon darum nicht mit den Hornbildungen verglichen werden, weil das eigentliche Horn, die Epidermis (mit Haaren), noch, wie gewöhnlich, an der Oberfläche des Körpers, nämlich über diesen Schildern liegt. Diese Knochenschilder verhalten sich daher zum wahren Horn wie die organisirten Hornzapfen der Wiederkäuer zu dem auf ihnen aufsitzenden unorganisirten Horn, und wie das zu einer gewissen Zeit organisirte Hirschgeweih zu der auf ihm liegenden Decke von Haut und Epidermis (Bast). Dafs die Schuppen der Eidechsen oft einen knöchernen Kern enthalten, darf man auch für keine Analogie der Hautknochen und Hornbildungen ansehen. Das Horn an den Schuppen der Eidechsen, wie an den Schildern der Crocodile, ist die über die weichen oder knöchernen Schuppenkerne und über die Knochenschilder weggehende Epidermis. Unter dieser liegt auf den Schuppenkernen und Knochenschildern das zarte Häutchen zur Absonderung der Epidermis, welches auch die Ursache der Pigmentbildung ist. Bei den Schildkröten sehen wir auch eine deutliche Verschiedenheit der Hautknochen und der Hornbildung; der letztern gehören die Hornplatten der Schale an, ihre Schale selbst ist organisirt, und besteht aus den hier mit Verdrängung des Fleisches unter die Oberfläche

kommenden Theilen des innern Skelets, Wirbel und Rippen, mit welchen beim Foetus schon gewisse Hautknochen verwachsen. Bei den Crocodilen liegt zwischen den Hautknochen oder Knochenschildern des Nackens und Rükkens und dem innern Skelet noch Fleisch; bei den Schildkröten fehlt diefs. Beim foetus der Schildkröten kann man die Hautknochen von den Wirbeln noch getrennt sehen, wie sie denn am vorderen und hinteren Theil der Schale davon getrennt bleiben, und so erweisen sich auch die Marginalknochen der Rückenschale als Hautknochen. Bei einigen Trionyx fehlen die Marginalknochen; der Foetus von Testudo coriacea (Sphargis mercurialis) hat in seiner lederartigen Rückenhaut nur einen Hautknochen am vorderen Theil des Rückens. Dieser verwächst nicht mit dem Skelet, dessen Rippen sich nicht schalenförmig ausdehnen, und wird äufserlich sogar von der Haut überzogen. Ob die knöchernen Kerne vieler Fischschuppen organisirt sind, oder im organisirten Zustande gebildet werden, ist noch ungewifs. Leeuwenhoek und Agassiz haben ihr Wachsthum aus schichtweisen Ansätzen gezeigt; hierin unterscheiden sie sich ganz von den Knochenschildern der Crocodile, Gürtelthiere. Dagegen stimmen sie mit diesen überein, dafs ihre Oberfläche noch von einer feinen Hautschicht bedeckt ist, die ich nicht bei allen Fischen für bloſse Epidermis halten kann. Die Hautknochenschilder einiger Fische, wie der Ostracion, Störe und mehrerer aus der Familie der Cataphracten können fortwährend, oder bei ihrer Bildung und da wo sie wachsen organisirt seyn. Die Hautknochen der Ostracion, deren geometrisch regelmäfsige Zusammensetzung bekannt ist, und welche offenbar durch peripherische Ansätze rundum wachsen, sind locker, bis auf die schmelzartigen Tuberkeln der Oberfläche, welche, wie der feste Theil der Stacheln der Rochen vielleicht ihre Organisation verloren haben. Aus den Knochenschildern von Ostracion erhielt ich übrigens,

nach

nach dem Ausziehen der Kalkerde, durch langes Kochen einigen Leim.

11) *Zahnknorpel.* Auch die Zähne dürfen nicht mit den Hornbildungen verwechselt werden; allerdings ersetzt das Horn oft den Zahn, und beide stimmen darin überein, dafs sie durch Apposition wachsen und nicht organisirt sind. Es giebt Knochenzähne und Hornzähne, aber der Knochenzahn ist kein Horn mit abgesetzten Kalksalzen, sondern enthält als thierische Materie leimgebenden Knorpel, der Hornzahn wahres Horn. Ich erhielt nach der Extraction der Kalkerde aus den Zähnen des Pferdes wahren, sehr gut gelatinirenden Leim durch nicht sehr langes Kochen; Fischbein lieferte hingegen keinen Leim, und ist Horn, wie schon John angiebt. Es scheint demnach, dafs das Horn den Zahnknorpel nur dann ersetzt, wenn die Zähne keine abgesetzte Kalkerde enthalten, dafs aber Knorpel oder Leim durchaus nöthig sind, wenn die Zähne Knochenzähne sind. Die sogenannte Knochensubstanz des Zahns verdient übrigens diesen Namen weniger, Knorpelkörperchen kommen im Zahnknorpel nicht vor; die sogenannte Knochensubstanz ist vielmehr von vielen Fasern durchzogen, welche eine Höhlung enthalten; sie sind von Leeuwenhoek, Purkinje und Retzius beobachtet worden. Diese Fasern oder Röhren gehen von der Zahnhöhle aus, neben einander, gewöhnlich ohne Aeste, gegen die äufsere vom Schmelz bedeckte Oberfläche des Zahns. Aufser dieser wesentlichen Substanz des Zahns, welche durch schichtweise Apposition entsteht, enthält der Zahn auch wahre angesetzte Knochensubstanz mit Knorpelkörperchen. Sie liegt auf der äufseren Oberfläche der Wurzel und auf der inneren Oberfläche der Höhle der Wurzel auf; ihre Structur ist von Purkinje entdeckt, welcher denselben Bau im sogenannten Kitt der Thierzähne beobachtete. Wahrscheinlich ist dieser Absatz zu einer gewissen Zeit,

nämlich bei seiner Bildung, organisirt; der Kalk scheint sich durch bloſse Ossification des Zahnsäckchens zu bilden. Zieht man die Kalkerde aus dem Kitt aus, so bleibt reiner Knorpel mit Knorpelkörperchen zurück. Die durch Kochen des Knorpels der Hauptsubstanz des Zahns gewonnene Materie gelatinirt nach dem Eindampfen sehr gut, der Zahnknorpel löst sich durch Kochen ganz in Leim auf, und diese Materie ist, nach meinen Beobachtungen, wahrer Leim, kein Knorpelleim.

12) *Durch Osteomalacie erweichte Knochen.* Da der Knochenknorpel vor der Ossification Chondrin enthält, nach der Ossification aber beim Kochen nur Colla giebt, da ferner die permanenten Knorpel bei der Ossification ihr Chondrin in Leim umsetzen, so lag es nahe zu vermuthen, daſs Knochen, die durch Krankheit ihre Kalksalze ganz oder gröſstentheils verloren haben, beim Kochen nicht Leim, sondern wieder Chondrin geben würden. Dieſs ist aber nicht der Fall. Die Umwandlung der thierischen Materie bei der Osteomatacie ist eine ganz eigenthümliche. Ich habe erweichte Knochen von Thieren und Menschen untersucht. In beiden Fällen erhielt ich durch sehr langes Kochen weder Leim noch Knorpelleim. Das Extract blieb dünnflüssig, gelatinirte beim Eindampfen nicht, durch das Filtrum ging es trüb, durch ein feineres Filtrum klar braungelblich; es wurde zwar von Galläpfeltinktur und Weingeist, aber nicht von Essigsäure, essigsaurem Blei, schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt. Schwefelsaure Thonerde bewirkte keinen merklichen Niederschlag, nur einige wenige Flöckchen, die bei Aufmerksamkeit sichtbar wurden und sich in viel überschüssiger schwefelsaurer Thonerde lösten. Liquor kali caustici bewirkte einen Niederschlag. Ich rede nur vom höchsten Grad von Osteomalacie; denn die von mir untersuchten Knochen waren ganz biegsam und weich. Die Knorpelkörperchen sind in solchen Knochen noch sichtbar, aber

die Materie hat offenbar eine eigenthümliche Umwandlung erlitten. In dem Fall von einer Ziege wurden die biegsamen Stücke durch langes Kochen bröcklich, das Wasser wurde beim Kochen immer trüb und mit viel Fett gemengt. Die osteomalacischen Knochenstücke vom Menschen (Fersenbein), welche noch viel weicher waren, enthielten in der spongiösen Substanz eine grofse Menge Fett. Ich kochte daher zuerst in Weingeist, wodurch das Fett ausgezogen wurde. Das übrige Gewebe war häutig biegsam, und wurde beim langen Kochen immer weicher, ohne aufzuquellen. Es scheint, dafs der Knorpel bei der Osteamalacie sich durch Umsetzung seiner Bestandtheile oder durch Verbindung mit Salzen so verändert, dafs eine Substanz bleibt, welche durch Kochen zum Theil extrahirt werden kann, welche aber in der Kälte nicht gelatinirt. In Knochen, welche weniger erweicht sind, und in rhachitischen Knochen, die weniger verändert scheinen, dürfte eine solche Umwandlung schwerlich angenommen werden können. Es schien mir zwecklos rhachitisch verkrümmte Knochen zu untersuchen, die nicht aus der Zeit der Erweichung herrühren. Wenn diese vorüber ist, unterscheiden sich dergleichen Knochen von anderen hauptsächlich nur durch die bleibenden Krümmungen.

13) *Chondrin in einer eigenen Art pathologischer Knochengeschwulst.* Unter den pathologischen fungösen Geschwülsten der Knochen zeichnet sich eine sehr eigenthümliche aus, die ich Enchondroma nenne. Sie ist von dem Markschwamm der Knochen oder Knochenkrebs eben so verschieden als von der fibrösen Geschwulst der Knochen, Desmoid, von dem spongiösen Sarcoid der Knochen und vom Osteoid. Es gehört zu den durch Amputation heilbaren Fungen der Knochen. Das Enchondrom der Knochen ist nicht blofs den Knochen eigen; ich habe es auch einmal in einem anderen Theile, nämlich in der parotis beobachtet, aber es ist an den Knochen am häu-

figsten, besonders an den Phalangen und Mittelhandknochen (hier habe ich es viermal beobachtet). Das Enchondrom entwickelt sich im Innern der Knochen und treibt die meist verdünnte Rinde blasenartig auf. Die Rinde bildet daher eine Schale um den Fungus; diese Schale ist bald ganz vollständig, bald so verdünnt, dafs sie in inselartige Knochenblätterchen zerfällt. Die Geschwülste sind immer sphäroidisch. Der Inhalt der Schale besteht theils aus Fragmenten des spongiösen Gewebes der Knochen, die aber auch ganz fehlen können, theils und hauptsächlich aus einer weichen, leicht zu zerbröckelnden Masse. In dieser erkennt man wieder einen fibriöshäutigen Theil, welcher kleine und grofse Zellen, bis zur Gröfse einer Erbse und darüber, bildet, und einen Inhalt der Zellen, welcher halbdurchscheinend, wie gewöhnlicher Knorpel, von diesem durch seine gröfsere Weichheit sich unterscheidet. Er nähert sich seinem Ansehen und seiner Consistenz nach mehr dem hyalinischen, später zu beschreibenden Knorpel der Knorpelfische, zuweilen gleicht er mehr einer festen Gallerte. Diese Substanz zeigt unter dem Mikroskop das gewöhnliche Ansehen der permanenten Knorpel mit Knorpelkörperchen. Die in der Königlichen anatomischen Sammlung befindlichen vier Fälle sind sämmtlich von den Phalangen und Mittelhandknochen, wovon meist mehrere, in einem Fall alle, Phalangen und Mittelhandknochen ergriffen sind und dieselbe sphäroidische Ausdehnung erleiden. Aus den älteren Beschreibungen von Knochenschwämmen lassen sich ziemlich bestimmt mehrere ähnliche Fälle, auch wieder von den Phalangen und Mittelhandknochen erkennen. Dahin gehören Beobachtungen von Severinus, Mery, Otto, Scarpa, v. Walther und M. Weber. Die Geschwülste pflegen sich nach Quetschungen sehr langsam zu entwickeln, desorganisiren die umherliegenden Theile nicht, brechen zuletzt auf, sind aber constant durch Amputation heilbar, wie die Vergleichung unserer und jener Fälle

erweist. Mit Unrecht hat man die Krankheit den Knochenkrebs genannt. Beim Kochen des Inhaltes aus einer der merkwürdigsten und weichsten dieser Geschwülste erhielt ich eine Menge Extract, welches beim Erkalten vollkommen gelatinirte; aber diese Gallerte war Chondrin, denn ihre Auflösung wurde von Alaun, Essigsäure, essigsaurem Blei, schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt, und mit einigen Tropfen Alaun konnte aus einer grofsen Menge aller Leim in dicken Klumpen ausgefällt werden, die sich in heifsem Wasser nicht wieder lösten. Bei dieser Krankheit entwickelt sich also permanenter Knorpel mit Wucherung im Innern des Knochens. Das Enchondrom der parotis glich ganz dem der Knochen, durch die Zellen, welche die Masse enthielten, wie durch die mikroskopischen Knorpelkörperchen. Die in einigen krebsartigen Geschwülsten vorkommenden mikroskopischen Körperchen sind bei hinreichender Uebung auf diesem Felde leicht von den Körperchen der Knorpel und des Enchondroms zu unterscheiden. Das Enchondrom der parotis gab beim Kochen auch Leim, aber den gewöhnlichen, nicht Knorpelleim.

## II. Vom Knochengewebe bei den höheren Thieren.

Der Bau der Knochen wird schon durch die mikroskopische Untersuchung des Knochenknorpels nach Extraction der Kalkerde durch Säuren sehr aufgeklärt; manches erkennt man aber daran erst bei der Untersuchung des Knochens im unversehrten Zustande. Hierzu werden besonders fein geschliffene Knochenblättchen geeignet seyn, eine Methode, welche Purkinje so wesentliche Aufschlüsse über den Bau der Zähne lieferte. Deutsch scheint die Structur des Knochens nur am Knochenknorpel untersucht zu haben; daher er nicht über alle Punkte in's Klare gekommen ist. Eine der wichtig-

sten Fragen in Hinsicht der Structur des Knochens ist noch immer, auf welche Art die Kalksalze im Knochen enthalten sind, ob fein vertheilt, ob an den Knorpel chemisch gebunden, ob in besonderen Organen angehäuft. Deutsch sprach die Vermuthung aus, dafs die Kalkerde in besonderen Kanälen im Knochen verbreitet sey, die er im Knochenknorpel beschrieben und abgebildet hat. Nach seiner Beschreibung besteht der Knochenknorpel blofs aus Schichten, welche concentrisch um die, das Fettgewebe und die Gefäfse enthaltenden Markkanäle verlaufen, theils mit der Oberfläche gleich laufen und in den cylindrischen Knochen gleichsam die kleinen Systeme von concentrischen Schichten zusammen umfassen. In den Schichten liegen die einfachen Knorpelkörperchen. Ferner aber beschreibt er Kanäle, welche radial die kreisförmigen Schichten durchsetzen; in diesen von ihm auch abgebildeten Kanälen vermuthete er den Sitz der Kalksalze. Diese radialen Kanäle der Schichten und Schichtensysteme wurden von anderen Beobachtern nicht wieder gefunden; dagegen gehen von der Oberfläche der Knochenkörperchen, welche den Knorpelkörperchen des im knorpeligen Zustande nach der Behandlung mit Säuren untersuchten Knochens entsprechen, gewisse feine Kanäle radial aus, um sich im Knochen theilweise ästig zu verbreiten oder hier und da netzartig zu verbinden. Obgleich sich die ästigen Kanäle der Knochenkörperchen, von denen ich in der Schrift über Myxinoiden eine nur kurze Notiz gab, weil sie mir damals nur vorübergehend und keineswegs constant erschienen waren, sowohl in Hinsicht ihres Ursprungs als Verlaufs verschieden verhalten von den von Deutsch beschriebenen radialen Kanälen der Schichten, die zum gemeinschaftlichen Centrum nicht die Körperchen, sondern die Markkanäle oder Centralkanäle der Schichtensysteme haben, so ist es doch wahrscheinlich, dafs Deutsch denselben Gegenstand vor sich hatte, den er nicht richtig erkannte. Wenn jene Untersuchung sonst in allen

übrigen Punkten vollkommen sich bestätigte, so waren gerade die von ihm beschriebenen radialen Kanäle der concentrischen Schichten in der von ihm deutlich beschriebenen und abgebildeten Anordnung nicht wieder zu finden, während die radialen ästigen Kanäle der Knochenkörperchen ihre Stelle einnehmen müssen.

Werden Knochenlamellen sehr fein geschliffen, so werden sie so durchsichtig, dafs man die kleinste Schrift dadurch lesen kann. Bei Betrachtung solcher Blättchen auf dunkelm Grunde mit der Loupe sieht man, dafs alles weifse Ansehen der Knochen von den Knochenkörperchen herrührt, dafs die Zwischensubstanz derselben aber ganz durchsichtig ist. Bei Anwendung stärkerer Vergröfserungen sah ich, dafs die Knochenkörperchen von ovaler, selten unregelmäfsig eckiger Form, fast immer aber in der Richtung der Knorpelschichten abgeplattet, von ihren Wänden, namentlich ihren platten Seiten, viele sehr feine Gefäfse ausschicken, welche ziemlich unregelmäfsig die Schichten der durchsichtigen Zwischensubstanz durchsetzen und sich mit den anderen Körperchen hier und da netzförmig verbinden. Die Kanälchen der Knochenkörperchen haben einen Durchmesser von 0,0002 bis 0,0003 engl. Lin. [1]). Betrachtet man die feinen Knochenplättchen unter dem Mikroskop bei durchscheinendem Lichte, so sind die Knochenkörperchen und ihre Kanäle dunkel, die Zwischensubstanz durchsichtig hell; betrachtet man sie auf dunkelm Grunde bei auffallendem Lichte, so erscheinen die Körperchen und ihre Kanälchen ganz weifs, besonders wenn sie trocken untersucht werden; die Zwischensubstanz erscheint jetzt auf dem dunkeln Grunde dunkel. Eine Abbildung der Körperchen und Kanälchen bei 410maliger Vergröfserung des Durchmessers und bei durchfallendem Lichte liefert Fig. 1 Taf. IV. Die weifse

1) J. Müller vergleichende Anatomie der Myxinoiden, Berl. 1835, S. 62; und Anhang zu Miescher's Schrift: *de ossium genesi, structura et vita*, *Tab.* 2.

Farbe jener Figuren rührt nicht vom Ankleben des beim Schleifen entstehenden Pulvers her; denn man bemerkt dasselbe Verhalten an sehr feinen ungeschliffenen Knochenplättchen, wie z. B. aus dem Siebbeine verschiedener Thiere. Ein Fett, was bei gewöhnlicher Temperatur fest wäre, kann die Ursache des weifsen Ansehens und der Undurchsichtigkeit nicht seyn. Ich habe fein geschliffene Knochenblättchen unter dem Mikroskop bis zu 60° R. erhitzt; die weifse Farbe der Körperchen und ihrer Kanälchen blieb; auch durch Behandlung der Knochenblättchen mit kochendem Aether oder Alkohol verändern sich die weifsen Figuren nicht. In krankhaft von Osteomalacie erweichten Knochen, welche die Kalkerde verloren haben, ist die weifse Farbe und Undurchsichtigkeit der Körperchen und ihrer Kanälchen verschwunden, und die letzteren nicht mehr sichtbar. Die Körperchen sind noch sichtbar, aber ganz durchsichtig, wie der übrige Knorpel. In fossilen Knochen und in solchen, aus denen man den Knorpel durch langes Kochen mit Pottasche ausgezogen, sind die Körperchen und Kanälchen noch vorhanden. Die fossilen und die mit Pottasche gekochten Knochen sind aber in den Zwischenräumen der Knochenkörperchen nicht mehr durchsichtig, und man sieht daher die Figuren der letzteren und der Kanälchen erst beim Befeuchten der geschliffenen Plättchen, oder noch deutlicher beim beginnenden Abtrocknen der befeuchteten Plättchen. Werden fein geschliffene Plättchen frischer (d. h. nicht fossiler und nicht mit Pottasche behandelter Knochen) unter dem Mikroskop mit Säuren behandelt, so dafs die Kalkerde unter reichlicher Entwicklung von Luftbläschen ausgezogen wird, so bleibt die Zwischensubstanz zwischen den Körperchen durchsichtig, aber die Körperchen und ihre Kanälchen verlieren ihre weifse Farbe und werden gleich durchsichtig, wie der von der Kalkerde befreite Knorpel der Zwischensubstanz. Werden die so behandelten Lamellen dann getrocknet, so wer-

den die Körperchen und ihre Kanälchen gleichwohl nicht wieder weifs. Hieraus kann man mit ziemlicher Sicherheit schliefsen, dafs die Knochenkörperchen und ihre Kanälchen entweder in ihrem Innern oder in ihren Wänden Kalksalze enthalten müssen. Ob diese aber im Innern der Körperchen und Kanälchen abgelagert oder nur in den Wänden enthalten sind, läfst sich bei der Kleinheit der Theile nicht ausmachen. Dinte und andere Färbestoffe verbreiten sich von der Oberfläche der geschliffenen Knochenplättchen nicht weiter durch Vermittelung der Körperchen und Kanälchen in das Innere des Knochens, selbst nicht bis auf geringe Tiefe. Welcherlei erdige oder durch Säuren ausziehbare Bestandtheile die weifse Farbe der Knochenkörperchen und ihrer Kanälchen bewirken, läfst sich nicht ausmachen. In wäfsriger Kohlensäure, welche sonst kohlensauren Kalk löst, verändern sich die Körperchen und ihre Kanälchen nicht. Behandelte ich aber ganz feine Plättchen von Knochen, deren Knorpel durch Kochen mit Pottasche gröfstentheils ausgezogen war, unter dem Mikroskop mit sehr verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure, so entwickelte sich regelmäfsig, wenn die Säure vom Rande aus die Körperchen erreichte, aus jedem etwas Luft, und zwar meist viel mehr, als die Capacität des Körperchens betrug.

So gewifs es nun ist, dafs die weifse Farbe der Knochen von jenen Figuren herrührt, dafs die weifse Farbe dieser Figuren durch Säure getilgt wird, während die Organe undurchsichtig zurückbleiben, dafs die Organe vor der Ossification des Knorpels vorhanden (die Körperchen ohne Kanälchen), aber noch nicht weifs gefärbt, sondern durchsichtig sind, und dafs die weifse Farbe hinwieder bei der Ostromalacie verschwindet, so können doch die Knochenkörperchen und die Kanälchen nicht der einzige Sitz der Kalksalze seyn, und der gröfsere Theil der Kalkerde ist entweder an den Knorpel chemisch gebunden oder frei in dem durchsichtigen Theile

des Knochens, aufser jenen Organen und zwischen denselben enthalten. Dieſs läſst sich ganz entschieden beweisen. Denn 1) fehlen die Knochenkörperchen und ihre Kanälchen in den Knochen vieler Fische, z. B. des Hechts u. A. 2) Geben die Knochen beim Verbrennen und Behandeln mit kochender Pottaschenlauge viel mehr Kalkerde als jene Organe und die Kanälchen enthalten können, wenn sie auch dicht mit Kalksalzen gefüllt wären. Die Kalksalze betragen mehr als die Hälfte vom Gewichte der Knochen. Verbrannte Knochen haben fast noch ganz die Form und Gröſse, welche sie vor dem Verbrennen hatten; man sieht dieſs bei Versuchen an kleinen Knochenplättchen sehr deutlich. Eben so ist es mit den Knochenplättchen, deren Knorpel durch Kochen mit Pottasche ausgezogen wird. Wenn nun auch die Kanälchen der Knochenkörperchen ein dichtes Netzwerk bilden und weniger feine Knochenplättchen zum groſsen Theil aus diesen Organen zusammengefügt erscheinen, so sieht man doch bei immer feinerem Schleifen, daſs die Knochenkörperchen zerstreut liegen, daſs die Zwischenstellen mehrmal, oft vielmal den Durchmesser der Knochenkörperchen übertreffen, und daſs auch die Kanälchen, wenn sie noch so dicht sind, doch noch Substanz zwischen sich lassen, die viel mehr beträgt als die Kanälchen und Knochenkörperchen. Die Zwischensubstanz ist es aber, welche durch Kochen der Knochenplättchen mit Pottasche und Ausziehen des Knorpels weiſs wird.

Werden Knochen viele Stunden mit Pottasche gekocht, so werden sie ganz kreideweiſs, glanzlos, blättern sich leicht schichtweise ab, sind äuſserst zerbrechlich, ja zerreiblich, und der Knorpel ist gröſstentheils ausgezogen. Man erkennt den etwa noch vorhandenen Theil der thierischen Materie an dem Anflug von Schwarz beim Verbrennen im Platinlöffel. Ein noch sichereres Resultat erhält man durch Kochen von Knochenstücken in wäſs-

rigem Kali. Diese letztere Behandlung ist aber deswegen unzweckmäfsig, weil die Knochen, von aller thierischen Materie befreit, zu leicht zerfallen, nicht mehr geschliffen und untersucht werden können, und weil durch die Behandlung mit Kali eine neue Verbindung zwischen diesem und dem phosphorsauren Kalk der Knochen entstehen mufs. Die mit Pottasche behandelten Knochenstücke enthalten noch etwas Oel, welches sich durch Kochen der Stücke in Aether leicht ausziehen läfst. Kleine Plättchen von diesen Knochen fein geschliffen, sind trokken ganz undurchsichtig weifs; mit Wasser befeuchtet, werden sie durchscheinend, und man erkennt dann die Knochenkörperchen und ihre strahligen Kanälchen unter dem Mikroskop wieder; diese sind jetzt auch durchscheinend, und nur beim Trocknen der befeuchteten Plättchen werden sie, wie die ganzen Plättchen, dunkel, und zwar werden sie beim Trocknen zuerst dunkel, dann auch die Zwischensubstanz, die körnig nun erscheint. Man kann den Versuch auch so machen, dafs man vorher fein geschliffene Knochenplättchen mit Pottasche kocht, und, undurchsichtig geworden, vorsichtiger noch feiner zu schleifen sucht, was freilich aufserordentlich schwierig ist, da die Plättchen dabei zerbröckeln. Der Kalk des vorher durchsichtigen Theils des Knochens ist scheinbar ganz zusammenhängend, so, als ob der Knochen durch das Ausziehen der thierischen Materie nichts von seiner Structur verloren habe. Er erscheint in allen Zwischenräumen der Knochenkörperchen und Kanälchen als eine feinkörnige Substanz, und die weifsen Körnchen haben ungefähr die Stärke des Durchmessers der strahligen Kanälchen der Knochenkörperchen.

Ob der auf diese Art dargestellte feinkörnige Kalk vorher mit dem Knorpel chemisch verbunden oder als phosphorsaurer Kalk in demselben sehr fein vertheilt war, bleibt zweifelhaft, gleich wie, ob der kohlensaure Kalk an die Faden der Krebsschalen gebunden oder in überaus feinen Röhrchen ist. Hier sind es Fasern, welche

die Krebsschale von der inneren zur äufseren Oberfläche senkrecht, nur wenig wellenförmig, durchziehen, in ungeheurer Anzahl dicht zusammenstehend die weifse Farbe des Bruchs der Schale hervorbringen, und, von der Kalkerde durch Säuren befreit, aus einander gezerrt werden können, und biegsame, durchsichtige Fäden darstellen. Dafs die Körnchen des phosphorsauren Kalks im durchsichtigen Theil des Knochens mit dem Mikroskop nicht erkannt werden, kann davon herrühren, dafs jene mit den Knorpeltheilchen gleiche Durchsichtigkeit und Brechkraft besitzen. Gegen eine chemische Verbindung der phosphorsauren Kalkerde und des Knorpels spricht nicht allein die Färbung der Knochen von Färberröthe nach dem Genufs derselben, was von der chemischen Affinität des phosporsauren Kalks zur Färberröthe herrührt, sondern auch, dafs man in der That bei starken Vergröfserungen auch im durchsichtigen Theil der Knochenplättchen etwas Feinkörniges bemerkt, besonders in den feinen Plättchen der Vogelknochen. Ferner spricht dagegen, dafs der Knorpel zur Zeit der Ossification erst die Kalkerde aufnimmt, wobei er ein wenig dunkler wird, und auch im Wasser dunkler, und im Innern ungleicher, als der oft dicht daneben liegende, noch nicht ossificirte Knorpel erscheint. Endlich spricht dagegen, dafs der Knorpel nach dem Ausziehen der Kalksalze durch Säuren oder auch nach dem krankhaften Verlust der Kalksalze in der Osteomalacie noch ganz fest und zusammenhängend ist, ja so fest ist, als der Knorpel vor der Ossification erscheint. Die Idee einer Combination der Knorpelmolecüle mit den Molecülen der phosphorsauren Kalkerde zu susammengesetzten Molecülen läfst sich hierbei nicht gut rechtfertigen. Auch lassen sich die chemisch mit Thierstoffen verbundenen, mineralischen Stoffe nicht so aus denselben, wie die Kalkerde aus den Knochen durch Säuren ausziehen. Der Knochenknorpel des Menschen besitzt sogar nach dem Auszichen der phosphorsauren

Kalkerde noch eine bestimmte Structur. Er läfst sich nur in bestimmten Richtungen in ganz feine Lamellen reifsen, und zasert sich auch in dieser Richtung beim Abreifsen der feinen Lamellen, besitzt endlich in solchen zerrissenen Lamellen eine undeutlich faserige Structur. Eine Spur von faseriger Bildung sieht man zuweilen auch noch in den befeuchteten Knochenplättchen, deren Knorpel durch Pottasche gröfstentheils ausgezogen und in Plättchen von Fischknochen, die auf diese Art behandelt worden, sah ich ziemlich deutlich in verschiedenen Schichten verschiedene verlaufende helle Fasern von nicht ganz geradem Verlauf. Bei der Beleuchtung von oben bei trocknen weifsen Knochenplättchen, deren Knorpel gröfstentheils extrahirt ist, ist die kreideweifs erscheinende Masse nur feinkörnig. Endlich spricht auch die Extraction des Leims aus den geraspelten Knochen durch Kochen, die bald schnell, wie bei dem Hirchhorn, bald langsam erfolgt, wie bei anderen Knochen, gegen eine chemische Verbindung zwischen dem Knorpel und den Kalksalzen.

In sofern die Färberröthe von der phosphorsauren Kalkerde angezogen wird, kann man jene Färbung auch als einen Beweis gegen eine chemische Verbindung zwischen dem Knorpel und den Kalksalzen halten; aber über den Sitz der Kalksalze geben jene gefärbten Knochen keinen näheren Aufschlufs; denn sowohl die Knochenkörperchen als der durchsichtige Theil der Knochen erscheinen dann röthlich, bei auffallendem Lichte mehr die ersteren, bei durchscheinendem mehr der letztere, und die Röthe ist so schwach, dafs man nur schwache Vergröfserungen anwenden kann, um sie noch zu erkennen, so dafs man den feineren Sitz derselben nicht unterscheiden kann.

Zuletzt entsteht die Frage, ob die Knochenkörperchen und ihre Kanälchen nicht an der Absetzung der Kalksalze in die Zwischenmasse des Knorpels wesentlichen Antheil haben. Sind sie vielleicht hohl und rührt

die weifse Farbe derselben vielleicht blofs von einer Verkalkung oder Incrustation ihrer Wände mit Kalksalzen her, während sie zur Zeit der Bildung des Knochens eine wichtigere Function haben? Wird in ihnen zu dieser Zeit die Kalkerde in einem auflöslichen Zustande, wie sie auch im Blute vorhanden ist, aus dem Blute abgeschieden und dann durch die Kanälchen weiter verbreitet, so dafs sie bei der Absetzung oder Verbindung mit dem Knorpel in einen unauflöslichen Zustand übergeht und die Kalksalze des Knochens sich dann erst bilden? Sind sie es wieder, in welche die erdigen Bestandtheile der Knochen bei der Knochenerweichung in einem auflöslichen Zustande wieder aufgenommen werden, um in die Blutmasse überzugehen? Es mufs für jetzt zweifelhaft gelassen werden, ob sie als solche Absonderungsorgane, als kalkführende Organe (*organa chalicophora*) in diesem Sinne zu betrachten sind. Wir wissen für jetzt noch nicht einmal mit Bestimmtheit, ob sich in diesen Körperchen eine Höhlung erhält oder nicht, und ob blofs ihre Wände in einem verkalkten Zustande sich befinden. Ich habe in letzterer Hinsicht mancherlei Versuche angestellt, die mir aber keine so bestimmten Resultate geliefert haben, um sie ausführlich mitzutheilen. Auf das Verhalten der Knochen nach dem Verbrennen kann man kein grofses Gewicht legen, weil sie dabei eine zu gewaltsame Veränderung erleiden. Ich habe ganz dünne Knochenplättchen im Platinlöffel verbrannt, sie blieben bei vorsichtiger Behandlung zusammenhängend; in diesem Zustand untersuchte ich sie bei auffallendem Lichte mit dem Mikroskop. Einigemal glaubte ich an solchen Stückchen den früheren Knochenkörperchen an Lage und Gröfse entsprechende Stellen zu unterscheiden, die sich von der kalkigen, ganz weifsen Umgebung dadurch auszeichneten, dafs sie viel weniger weifs waren, so dafs die Vermuthung entstand, als wenn durch das Verbrennen des Knorpels und Undurchsichtigwerden der Zwischensubstanz die

sonst nicht zu erweisende Höhlung der Körperchen offenbar werde. Ich wage indefs hierauf nicht zu bauen, weil durch das Verbrennen eine zu gewaltsame Veränderung in der Structur des Knochens eintritt, und auch kleine Lücken erst entstehen werden, durch welche sich die beim Verbrennen entstandenen Gase entwickeln. Ich habe schon vorher erwähnt, dafs feingeschliffene Knochenplättchen Dinte und andere Färbestoffe nicht durch die Körperchen und ihre Kanälchen von der Oberfläche weiter verbreiten.

Die parallelen Röhren, welche von Leeuwenhoek, Purkinje, Retzius in der sogenannten Knochensubstanz des Zahns beobachtet worden sind, sind wirklich hohl und nur hie und da mit unorganischen Deposita angefüllt. Purkinje hat beobachtet, dafs die Röhren in der Zahnsubstanz des Pferdes Dinte aufnehmen, und ich habe diefs bestätigt gefunden. Wenn sich auch nicht alle Röhren anfüllen, so ist diese Anfüllung in einigen doch ganz deutlich. Dagegen enthalten diese an ihren Wänden verkalkten und weifs erscheinenden Röhren hier und da deutliche Deposita. An fein geschliffenen Lamellen von Zähnen sieht man bei auffallendem Licht, dafs die weifse Farbe der Zähne hauptsächlich von jenen röhrigen Fasern herrührt, dafs die Zwischensubstanz aber mehr durchsichtig ist; werden solche Durchschnitte mit Säuren behandelt, so verliert sich die weifse Farbe der Fasern, und der zurückbleibende Zahnknorpel zeigt zwar noch die Röhrchen im Innern, aber diese werden auch beim Trocknen des Knorpels nicht mehr weifs. Herr Linderer hatte beobachtet, dafs die Zahnsubstanz an cariösen Zähnen, wenn auch nur der Schmelz angegriffen ist, doch unter der cariösen Stelle bis gegen die Zahnhöhle ihre weifse Farbe verliere, obgleich sie noch ganz fest ist. Da diefs ziemlich constant ist, so mufs eine Veränderung der Zahnsubstanz in Folge der oberflächlichen Caries zu Grunde liegen. An fein geschliffenen Durchschnitten sol-

cher Zähne konnte ich unter dem Mikroskop sehr gut sehen, dafs, wo der Zahn durchsichtig geworden war, eine bröckliche Substanz in den Röhrchen enthalten war, und dafs diese Substanz in den Röhrchen der weifsen Stellen zusammenhängender war, auch konnte ich unter dem Mikroskop sehr gut wahrnehmen, dafs zugesetzte verdünnte Säuren dieses bröckliche Wesen auflösen. Ich habe diese Beobachtung aber auch oft an fein geschliffenen Plättchen gesunder Zähne gemacht. Da die Zahnfasern durch Säuren ihre weifse Farbe verlieren, so müssen entweder die Wände der Röhrchen verkalkt seyn oder ihr Inneres stellenweise Deposita von erdigen Theilen enthalten. Beim Zerbrechen feiner Zahndurchschnitte in senkrechter Richtung auf die Fasern, sah ich diese öfter am Rande steif eine ganz kleine Strecke aus der Zahnsubstanz hervorstehen. Sie stehen in diesem Fall ganz gerade und scheinen in diesem Zustande nicht biegsam zu seyn. Wenn dagegen die Kalkerde durch Säuren aus den feinen Zahnplättchen ausgezogen ist und die übrigbleibenden Knorpelplättchen gegen die Fasern zerrissen werden, so erscheinen die Fasern am Rande des Risses ganz biegsam und durchsichtig, oft sehr lang hervor. Hieraus geht hervor, dafs die Röhrchen eine thierische Grundlage, Membran, haben, und dafs diese im festen Zahn steif und zerbrechlich, von Kalksalzen durchdrungen, im Zahn, der seine Kalkerde verloren hat, aber weich ist; dafs aber auch im Innern der Röhrchen stellenweise kalkige Deposita vorhanden sind, geht aus den vorher erwähnten Beobachtungen hervor.

Die Hauptmasse der Kalkerde ist übrigens nicht an den Röhrchen, sondern in der Zwischensubstanz der Röhrchen enthalten, chemisch an den Knorpel gebunden oder darin auf unsichtbare Weise abgesetzt. Man kann die Kalkerde der Zwischensubstanz sichtbar machen, wenn man feine Durchschnitte von Zähnen in Pottaschenlauge mehrere Stunden vorsichtig kocht. Die vorher durchschei-

scheinende Zwischensubstanz wird dann, indem der Knorpel daraus zum grofsen Theil aufgelöst wird, undurchsichtig und weifs. Dann sind die Plättchen aufserordentlich zerbrechlich und können nur mit grofser Vorsicht noch weiter geschliffen werden. Der Kalk erscheint in dichtstehenden Körnchen. An einigen auf diese Art behandelten Zähnen wurden, nahe der Zahnhöhle, auch mit der Fläche derselben parallel laufende Streifen sichtbar.

Bekanntlich besteht der Schmelz der Zähne aus aufrechtstehenden Fasern; Purkinje betrachtet sie als vierseitige Prismen. Aus einer gleich anzuführenden Beobachtung ergiebt sich, dafs es ursprünglich Nadeln sind, deren beide Enden zugespitzt sind, und die durch ein Bindemittel zusammengekittet werden müssen. Wie ich nämlich an dem letzten Backzahn des Kalbes sah, dessen Schmelz noch ganz weich und breiartig ist, besteht der abgesetzte breiartige Schmelz schon aus gesonderten Nadeln, noch ehe er fest wird. Jene weifse breiartige Materie, welche sich von der Oberfläche des Zahns mit dem Messer wegnehmen läfst, besteht ganz daraus und aus einem flüssigen Bindemittel. Diese festen, etwas biegsamen, aber doch zerbrechlichen Nadeln werden von Essigsäure nicht sobald angegriffen, von Salzsäure bald mit einiger Luftentwicklung gelöst. Siehe die Abbildung dieser Nadeln, Fig. 2 Taf. IV.

## III. Vom Knorpel und Knochen der Knorpelfische.

### *A.* Structur und chemische Eigenschaften der Chorda dorsalis.

1) *Structur.* Der Centraltheil des Rückgrats der Cyclostomen (Petromyzon, Ammocoetes und Myxinoiden), der Störe und Chimären besteht bekanntlich aus einer fibröshäutigen, gröfstentheils aus Ringfasern gebildeten Röhre, welche mit einer gallertartigen Substanz gefüllt ist. Dieser Apparat findet sich auch im Foetus-Zustand

der Knochenfische, der Haifische und Rochen, ja in der ersten Zeit bei allen höheren Thieren vor, man nennt ihn Chorda dorsalis. Bei der Ossification verknöchert jene Gallerte nie, die Ossification schnürt nur die Gallerte stellenweise ein, bis ihre Reste in den conischen Facetten der Wirbel der Haifische, Rochen und Knochenfische übrigbleiben. Bei den Cyclostomen, Stören und Chimären behält sie ihre ursprüngliche Gestalt durch's ganze Leben. Die Scheide, welche die Gallerte einschliefst, verknöchert bei den Stören gar nicht, bei den Haifischen, Rochen, Knochenfischen verknöchert ihre äussere Schicht, den centralen Theil der Wirbelkörper bildend, die innere Schicht der Scheide verknöchert nicht, und bleibt als eine Membran zurück, welche die innere Fläche der Wirbelkörperfacetten auskleidet, worin die gallertartige Substanz der Chorda dorsalis enthalten ist.

Die Gallerte, von der Verknorpelung und Ossification ganz ausgeschlossen, zeigt sich mikroskopisch vom Knorpel ganz verschieden. Diese Gallerte hat vielmehr eine Textur, wie sie bei keinem einzigen der vielen von mir untersuchten Knorpel der Thiere vorkommt; es ist eine durchsichtige, in ebenfalls durchsichtigen, dicht an einander stofsenden Zellen, die den Pflanzenzellen analog sind, enthaltene Materie (Taf. IV Fig. 3 von Myxine glutinosa). Es gehört daher dieses Gewebe unter das in der Thierwelt sparsam vorkommende Zellgewebe mit geschlossenen Zellen, wovon das Zellgewebe des Glaskörpers im Auge, das eckige Zellgewebe, welches das Pigment der Augen enthält, und das Fettzellgewebe uns Beispiele zeigen. Die meiste Uebereinstimmung hat dieses Gewebe der Chorda dorsalis mit dem Glaskörper des Auges; der Inhalt der Chorda dorsalis ist auch ein Glaskörper, aber der Inhalt seiner Zellen ist zwar durchsichtig, jedoch nicht, wie es scheint, ganz flüssig, wie bei jenem. Ein im Centrum der Chorda dorsalis verlaufendes zartes Bändchen gehört wieder einem anderen Ge-

webe, wahrscheinlich dem Sehnengewebe, an. Es besteht aus parallelen Fasern.

Die Gewebe der Chorda dorsalis finden sich auch bei den Knochenfischen wieder vor, aber die Chorda dorsalis bildet beim Erwachsenen nicht mehr einen Cylinder, sondern ist von Stelle zu Stelle eingeschnürt, und ist blofs in den einander zugewandten kegelförmig hohlen Facetten der Wirbel enthalten. Da die zwei Facetten eines Wirbels bei den Knochenfischen in der Regel noch in der Axe des Wirbels durch eine kleine Oeffnung communiciren, so bildet der in diesen Facetten enthaltene Glaskörper der Chorda dorsalis noch ein zusammenhängendes Ganze. Bei mehreren Knochenfischen, wie beim Karpfen, Schellfisch u. a., findet sich sogar in der Axe des Glaskörpers der Wirbel ein aus sehr zarten Fasern bestehendes Bändchen. Unter den Knorpelfischen sind die Plagiostomen die einzigen, bei welchen der Glaskörper des Rückgraths auch in kegelförmige Facetten ganzer Wirbel eingeschnürt wird. Die Einschnürung findet schon in der letzten Zeit des Fötuslebens statt; sie geht sogar noch weiter als in den Knochenfischen. Denn die Wirbel der Haifische und Rochen haben keine Communicationsöffnung mehr zwischen den kegelförmigen Facetten eines Wirbels. Ein anderer Umstand, wodurch die Wirbel der Plagiostomen noch weiter sich vom Fötuszustand entfernen als die der Knochenfische, ist, dafs der Glaskörper im erwachsenen Zustand der Haifische und Rochen nicht mehr, und nur beim Fötus vorhanden ist. Denn die Facetten der Wirbel der Plagiostomen sind im erwachsenen Zustand von einer Flüssigkeit ausgefüllt. Home[1]) hat über diese Flüssigkeit ganz abentheuerliche Ideen vorgebracht. Sie wahrscheinlich für eine Art Gelenkwasser haltend, hat er behauptet, dafs sie auch bei den übrigen Fischen vorkomme, dafs der Inhalt im lebenden Zustande ganz flüssig sey, aber un-

1) *Lect. on comp. Anat. I, p.* 86. 87.

mittelbar nach dem Tode gerinne. Hieran ist natürlich nicht zu denken. Der Glaskörper der Wirbelfacetten der Knochenfische ist kein Gerinsel, sondern besteht, mikroskopisch untersucht, durchaus aus denselben Theilen wie der Glaskörper der Gallertsäule der Störe, Chimären und Cyclostomen, nämlich aus Zellenwänden, die eine durchsichtige Materie einschliefsen. Es giebt nach meinen Beobachtungen Knochenfische, welche den Uebergang von der Bildung der Plagiostomen zu den Knochenfischen bilden. Bei den ersteren ist der Glaskörper aufgelöst, bei den meisten Knochenfischen ist der Glaskörper unversehrt und füllt die ganze Cavität der Facetten aus; aber beim Hecht habe ich sowohl den Glaskörper der übrigen Knochenfische, als die Flüssigkeit der Plagiostomen vorgefunden [1]).

Bei den höheren Wirbelthieren findet sich eine Spur des Glaskörpers der Fötus und der niederen Wirbelthiere in der Mitte der ligamenta intervertebralia. Diese Bänder stellen Ringe von Bandfasern dar, in der Mitte dieser breiten Ringe befindet sich eine gallertige Masse, die beim neugebornen Kinde ganz schleimig und zwischen den Rücken- und Lendenwirbeln in ziemlich ansehnlicher Quantität vorhanden ist. Sie gleicht indefs, mikroskopisch untersucht, nicht mehr dem Glaskörper, aus dessen Resten sie besteht; man sieht ein undeutlich körniges Wesen, und man kann sich nicht überzeugen, dafs diese schleimige Substanz zellig ist.

2) *Chemische Eigenschaften.* Schon das anatomische Verhalten zeigt die Verschiedenheit des Glaskörpers vom Knorpel. Die chemische Untersuchung des Glaskörpers von drei Karpfen ergab Folgendes. Kaltes Wasser zieht daraus eine von Weingeist und durch Kochen nicht fällbare, von Galläpfelaufgufs und essigsaurem Blei fällbare Materie, Osmazom. Durch Kochen erhält man etwas weniges klebriges, nicht gelatinirendes, von Gall-

1) Siehe das Nähere: Anat. d. Myxinoiden, S. 140.

äpfelaufgufs fällbares, von Weingeist unlösliches Extract. Essigsäure und Alaun fällen die Auflösung dieses Extractes nicht. Weder durch Kochen noch durch Essigsäure wird viel vom Glaskörper gelöst.

Die essigsaure Auflösung des Glaskörpers aus den Wirbelfacetten von Knochenfischen wird, nach meinen Beobachtungen, vom rothen Cyaneisenkalium ein wenig getrübt; anders verhält sich die Scheide der Chorda dorsalis des Petromyzon marinus, deren essigsaure Auflösung ganz klar bleibt, wie die ganze Klasse der niederen Gewebe, die sich alle auf gleiche Art verhalten, Zellengewebe, Sehnengewebe, elastisches Gewebe, Knorpel; die Scheide gehört zum Sehnengewebe, und ist dem gewöhnlichen Faserknorpel verwandt. Der Glaskörper enthält Osmazom, eine vom heifsen Wasser ausziehbare Materie und Eiweifs, wie die geringe Trübung, die von Zusatz von Cyaneisenkalium zur essigsauren Auflösung erfolgt, beweist. Kaliumeisencyanür bringt in essigsaurer Auflösung des Glaskörpers einen stärkeren Niederschlag hervor.

Bei den Plagiostomen scheint die Gallerte ihrer Wirbel meist aufgelöst. Chevreul hat diese Gallerte von Squalus peregrinus untersucht. Sie war opalisirend, und enthielt weifse atlasglänzende Schüppchen in Suspension. Diese alkalinische Flüssigkeit war schwer zu filtriren. Von Mineralsäuren wurde sie gefällt, Galläpfelaufgufs trübte sie nicht merklich (dagegen die durch kaltes Wasser aus dem Glaskörper der Karpfen erhaltene aufgelöste Materie in unserm Versuch von Galläpfelaufgufs getrübt wurde). Sie gerann nicht von Wärme und gelatinirte nicht beim Abdampfen. Nach Brande hatte die Wirbelflüssigkeit vom Hai 1,027 spec. Gew., und wurde nicht durch Kochen, Gerbstoff, Alkohol gefällt.

*B.* Structur und chemische Eigenschaften des Knorpels der Knorpelfische.

I. *Structur.* Das Gewebe des Knorpels bei den Knorpelfischen zeigt uns äufserst merkwürdige Verhältnisse. Bei einigen von ihnen, wie den Stören und Chimären, gleichen die permanenten Knorpel dem Knochenknorpel der höheren Thiere; die Cyclostomen unterscheiden sich zum Theil durch ein ganz eigenthümliches grobzelliges Knorpelgewebe, während die Plagiostomen verschiedene Arten des Knorpelgewebes, nämlich in gewissen Theilen das Knorpelgewebe der Störe und Chimären und mehrere Arten kalkhaltigen Knorpelgewebes besitzen. Ich habe im Allgemeinen zwei Arten des nicht ossificirten Knorpelgewebes bei zahlreichen Untersuchungen der Knorpelfische gefunden, das hyalinische mit Knorpelkörperchen, das zellenförmige oder spongiöse.

1) *Der hyalinische Knorpel.* Hierunter verstehe ich den fast durchsichtigen glasartigen Knorpel, jene Art des Knorpels, wie er schon bei den Knochenfischen vorkömmt. Aus diesem Knorpel bestehen die Knorpel der Störe und Chimären ganz. Bei beiden sieht man bald sparsame, bald häufige Knorpelkörperchen in dem Knorpel. Bei den Plagiostomen findet sich der hyalinische Knorpel mit Knorpelkörperchen im Innern der Knorpel, aber er liegt in der Regel nicht zu Tage, sondern ist mit einer undurchsichtigen Kruste von festem pflasterförmigen Knorpelgewebe bedeckt. Das Innere aller Knorpel der Haifische und Rochen besteht ganz aus hyalinischem Knorpel, mit Ausnahme der Wirbelkörper. Diese sind meistens aus einem viel härteren, ganz undurchsichtigen, ossificirten Knorpel gebildet, und es findet sich bei einigen in den Wänden des Wirbelkörpers blofs ein liegendes Kreuz von hyalinischem Knorpel, das man erst sieht, wenn man den Wirbel in der Mitte seiner Länge senkrecht quer durchschneidet. Die Schenkel dieses Kreuzes sind aufsen gegen die Oberfläche der Wir-

bel breiter, innen schmäler, das äufserste Ende der Schenkel des hyalinischen Kreuzes geht meist bis an die Oberfläche der Wirbel; das innere Ende der Schenkel des Kreuzes geht bis zur Mitte des Wirbelkörpers, aber die Schenkel vereinigen sich nicht, sondern sind durch einen harten Kern getrennt, der die zwei konischen hohlen Facetten des Wirbels von einander absondert. Von diesem Kern gehen seitlich vier dünne harte Leistchen zu der hyalinischen Substanz des Kreuzes. Um diesen innern durchsichtigen Knorpel der Wirbelkörper der Haifische zu sehen, braucht man nur bei einem Haifisch der Gattungen Carcharias, Mustelus, Zygaena einen Wirbel auf die angezeigte Art zu durchschneiden. Siehe Taf. IV Fig. 4 einen solchen Durchschnitt von Squalus mustelus. An getrockneten Skeleten sieht man auf dem Durchschnitt der Wirbel nur mehr die Höhlungen, in welchen die nun eingetrocknete hyalinische Substanz liegt. Aber man sieht an trocknen Wirbeln von Haifischen zuweilen vier Stellen, zwei oben, zwei unten, wo die Substanz des Wirbelkörpers offen erscheint. Die oberen liegen am Abgang der eigentlichen Bogenschenkel des Wirbels, die unteren am Abgang der Querfortsätze, die im Schwanze untere Bogen bilden. Bei Squalus cornubicus giebt es statt jener vier Stellen eine ganze Anzahl knorpeliger Stellen in der ossificirten Substanz des Wirbelkörpers, welche von der Oberfläche gegen das Centrum verdünnt vordringen. Bei anderen wieder bleibt die ganze Oberfläche des Wirbelkörpers knorpelig, und nur die Centraltheile des Wirbelkörpers um die hohlen Facetten sind ossificirt. So fand ich es bei den Haifischgattungen Centrina, Spinax, Scyllium. Daher fehlt bei diesen das hyalinische Kreuz, da der gröfste Theil des Wirbels hyalinisch ist. Beim Meerengel Squatina fand ich wieder eine andere Varietät. Aufsen ist eine Schicht von hyalinischem Knorpel am Körper der Wirbel und inwendig gegen die Höhle der Facetten ist Ossification in dün-

ner Schicht. Zwischen der äufsern und innern Schicht wechseln cirkelförmige Schichten von hyalinischem und ossificirtem Knorpel regelmäfsig ab.

2) *Zelliger oder spongiöser Knorpel.* Ich war sehr überrascht, bei den Cyclostomen wieder eine andere Knorpelformation zu finden. Bei Bdellostoma Müll. vom Cap, aus der Familie der Myxinoiden, bestehen die sehr festen Knorpel des Kopfes und Zungenbeins zwar aus einem in feinen Lamellen durchscheinenden Knorpel, in dem ovale Knorpelkörperchen zerstreut sind, so zwar, dafs die Zwischenstellen der Knorpelkörperchen sehr grofs sind und auf feinen Durchschnitten hyalinisch aussehen (Taf. IV Fig. 5); aber schon in den weichern Knorpeln von Bdellostoma wiegt die Zellenbildung so vor, dafs die Zellen gröfser werden als die Zwischenwände dick sind, und der Knorpel erscheint ganz cellulös, wie zum Beispiel die Masse des hintern weichen Theil des Zungenbeins. Es findet daher hier dasselbe Verhältnifs statt, wie bei den höheren Thieren zwischen permanenten Knorpeln mit Knorpelkörperchen und mit spongiöser Structur. Bei den Petromyzen aber sieht man an einem und demselben Stück den deutlichen Uebergang von Knorpelkörperchen in gröfsere Zellen. Macht man z. B. einen Durchschnitt durch die Dicke des Lippenrings von Petromyzon marinus und untersucht eine feine Lamelle von diesem Durchschnitt, so sieht man am Rande, wo die Substanz viel fester ist, auch wo gröfsere Kanäle durch den Knorpel gehen und dieser an den Wänden der Kanäle fester wird, im Innern des Knorpels die gewöhnlichen Knorpelkörperchen. Wo aber die Substanz weich wird, werden diese Körperchen gröfser und die Zwischenräume derselben kleiner; beides nimmt nun so zu, dafs endlich aus den Knorpelkörperchen ganz grofse, dicht an einander stofsende Zellen mit dünnen Zwischenwänden werden. Wo die Zellchen sehr klein und die Zwischenstellen des Knorpels gröfser sind, sind erstere undurchsichtiger,

letztere heller. Der Schatten, den die Wände der Zellen darstellen, macht diese dunkler. Wo aber die Höhlen der Zellen auf Kosten der Zwischensubstanz zunehmen, die Wände der Zellen zuletzt ganz dünn werden, da machen die Schatten der Wände die Zwischenbalken undurchsichtig und die Höhlen der Zellen erscheinen heller. Die Höhlen dieser grofsen Zellen kann man als solche übrigens sehr gut am Rande von Knorpelschnitten sehen, wo viele Zellen in der Mitte durchschnitten sind. Siehe Taf. IV Fig. 6.

Was in diesen Zellen enthalten ist, ist unbekannt. Die frischen Knorpel der Petromyzen sind sehr saftreich; leider habe ich indefs den Inhalt dieser Zellen im Frühling nicht untersuchen können. An in Weingeist aufbewahrten Thieren kann man höchstens etwas körnige, vielleicht geronnene Substanz im Innern des zelligen Gewebes sehen.

II. *Chemische Eigenschaften.* Chevreul [1]) hat eine sehr genaue Arbeit über den Knorpel von Squalus peregrinus geliefert. Der bläuliche, biegsame, hell durchsichtige Knorpel, den er untersuchte, und der gar keine abgesetzte Kalkerde, und nicht mehr Kalksalze als andere thierische Materie enthielt, kann nur der hyalinische Knorpel der Haifische gewesen seyn. Denn der pflasterförmige Knorpel auf der Oberfläche des hyalinischen und der faserige ossificirte Knorpel der Wirbelkörper anderer Haifische enthalten sehr viel Knochenerde. Chevreul's Untersuchung ist eine der musterhaftesten organisch-chemischen Arbeiten; gleichwohl hat man die Eigenschaften der thierischen Materie dieses Knorpels der Haifische nicht hinreichend kennen gelernt. Chevreul erhielt durch Kochen des Knorpels keinen Leim, und nach ihm bedarf das Gewebe das 1000fache Gewicht kochenden Wassers zur Auflösung. Das Gelöste wurde nicht von Galläpfelinfusion gefällt, und nur wenn die So-

1) *Ann. du mus. d'hist. nat. T. XVIII.*

lution sehr concentrirt war, bildete sich eine leichte Trübung, der keine Präcipitation folgte. Auch gelatinirte die Auflösung nach dem Abdampfen nicht. Was die Löslichkeit der Materie in Wasser betrifft, so scheint das Kochen nicht lange genug fortgesetzt worden zu seyn; denn die Knorpel von Haifischen lösten sich mir bei 36 bis 48stündigem Kochen gröfstentheils oder ganz in eine Materie, die nach dem Eindicken zwar nicht gelatinirt, aber leimt, und die in den mehrsten Punkten mit dem Knorpelleim der höheren Thiere übereinstimmt. Schon nach 17stündigem Kochen erhielt ich aus den Knorpeln von Squalus cornubicus so viel aufgelöst, dafs eine nähere Untersuchung angestellt werden konnte. Galläpfelinfusion trübt die Auflösung dieser Materie stark. Die Reagentien auf Chondrin zeigen auch hier eine Reaction; Essigsäure, Alaun, schwefelsaure Thonerde trüben oder fällen die Auflösung; essigsaures Blei bringt eine leichte Trübung hervor. Salzsäure bewirkt keine Trübung. Weingeist bringt eine geringe Trübung hervor, Platinchlorid fällt nicht, salpetersaures Silber und Goldchlorid machen die Auflösung des Extractes kaum trüb. Sublimat bewirkt einen geringen Niederschlag. Hieraus geht hervor, dafs in den Knorpeln der Knorpelfische das Chondrin der permanenten Knorpel der höheren Thiere enthalten ist, von dem sich die Materie in den Knorpeln der Knorpelfische nur dadurch unterscheidet, dafs sie nicht gelatinirt, sondern syrupartig nach dem Eindampfen bleibt, und dafs die Fällungen von den Reagentien des Chondrins hier weniger stark sind und mehr als starke Trübungen erscheinen. Ein solcher Unterschied kömmt aber schon unter den Extracten der permanenten Knorpel der höheren Thiere vor; denn das Extract der spongiösen Ohrknorpel gelatinirt nicht, obgleich es wesentlich mit dem gelatinirenden Chondrin der Kehlkopfknorpel, Rippenknorpel, Gelenkknorpel übereinstimmt. Dann gelatinirt auch der Knochenleim nicht immer, wie der von

Fischknochen, obgleich er chemisch ganz mit dem Tischlerleim übereinkömmt. Eine eiweifsartige Materie ist übrigens im Knorpel der Knorpelfische nicht enthalten. Was Essigsäure allmälig von jenem Ectract löst, wird von rothem Cyaneisenkalium nicht gefällt, und auch die essigsaure Auflösung von hyalinischem Knorpel von Rochen wurde von diesem Salz nicht gefällt.

*C.* Structur und chemische Eigenschaften des ossificirten Knorpels der Knorpelfische.

I. *Structur.* Man würde sich sehr irren, wenn man das Skelet der Knorpelfische durchgängig für ganz knorpelig hielte. So ist es allerdings bei den Petromyzen. In einigen Gattungen von Haifischen, Centrina, Spinax, Scyllium, ossificirt der Wirbelkörper schon gegen die hohlen Facetten zu, und in anderen, Mustelus, Carcharias, Zygaena, ossificirt er gröfstentheils bis auf das schon beschriebene hyalinische Kreuz im Innern. Aber auch auf der Oberfläche des Skelets liegt bei den meisten Haifischen und Rochen eine ossificirte Schicht. Die ossificirten Knorpel bilden zwei Formationen.

1) *Der pflasterförmige kalkhaltige Knorpel.* Der pflasterförmige Knorpel kömmt nur bei den Haifischen und Rochen vor, bedeckt den hyalinischen Knorpel als eine härtere Kruste, und erscheint, mit Ausnahme der Wirbelkörper, an allen Knorpeln der Plagiostomen. Es besteht diese Kruste aus lauter kleinen, pflasterförmig zusammengestellten, entweder rundlichen oder unregelmäfsig sechseckigen, harten Scheibchen, oder sechseitigen Prismen, die sich leicht von einander ablösen. An den Kiefern und an allen stärkeren Knorpeln sind die Pflasterstückchen meist zu kleinen Prismen ausgezogen, aber bei den Zygaenen ist das ganze Pflaster an allen Knorpeln dicker. Die Scheibchen oder Prismen variiren an Breite von $\frac{1}{4}'''$ bis $\frac{1}{2}'''$ und mehr. Von dieser pflasterförmigen Rinde sind alle hyalinischen Knorpel der meisten

Plagiostomen geschützt; die Rinde fühlt sich hart, wenn man mit dem Messer darüber herfährt. Dieser harte Knorpel giebt den Skeleten der Plagiostomen nach dem Trocknen das weifse Aussehen. An der Wirbelsäule, wo die Wirbelkörper aufsen oft aus ganz festem, weder hyalinischem noch pflasterförmigem Knorpel bestehen, ist das Innere der Querfortsätze, Bogenschenkel und Dornfortsätze hyalinisch, und die Oberfläche dieser Theile daher pflasterförmig. Selten fehlt der pflasterförmige Ueberzug an den knorpeligen Bogenschenkeln, wie bei Squalus cornubicus, oder wo das Aeufsere der Wirbelkörper auch hyalinisch ist, an diesen, wie bei Squatina, Centrina oder auch an anderen hyalinischen Knorpeln, wie bei Centrina und Spinax. Bei den Rochen sind die Seiten eines grofsen Theils der Wirbel mit einer Leiste von hyalinischem Knorpel und dieser wieder mit pflasterförmigem Knorpel bedeckt. Hier, wo der vordere Theil der Wirbelsäule keine Wirbelkörper mehr enthält, und einen zusammenhängenden dünnen Knorpel, wie der Schädel darstellt, besteht dieser aus hyalinischem Knorpel und an den Oberflächen aus pflasterförmigem Knorpel, gerade so, wie das Pflaster an der äufseren und inneren Fläche der Schädelknochen vorkömmt.

Im Innern des hyalinischen Knorpels findet sich äufserst selten pflasterförmiger vor; doch habe ich davon ein Beispiel an dem hyalinischen Knorpel an der Seite des mittleren Theils der Wirbelsäule bei Myliobates aquila gesehen. Dieser hyalinische Knorpel war nicht blofs äufserlich mit Pflaster besetzt, sondern die frisch untersuchte hyalinische Substanz enthielt auch einige Knochenfasern, die aus würfelförmigen, an einander gereihten Pflasterknorpelchen bestanden.

Die mikroskopische Untersuchung der pflasterförmigen Knorpel ist sehr interessant. Hier zeigt sich nämlich sogleich, dafs diese Art Knorpel sehr zahlreiche Knorpelkörperchen enthält, die zum Theil in strahligen Linien

angeordnet sind. Siehe Taf. IV Fig. 7 von Myliobates aquila. Behandelt man die Scheibchen mit Säuren unter dem Mikroskop, so entwickeln sich viele Luftbläschen; es enthalten diese Knorpel wirklich viel von Kalksalzen, und fälschlich spricht man sie den Knorpeln der Knorpelfische überhaupt ab. Die Knorpelkörperchen, früher dunkel, werden durch Säuren durchsichtiger, zeigen sich aber noch immer deutlich mit ihrer ovalen Form. Zuweilen haben die pflasterförmigen Scheibchen dreieckige Lücken zwischen sich. Taf. IV. Fig. 8. *a.* Diese Lücken unterhalten die Verbindung des hyalinischen Knorpels mit den über dem pflasterförmigen Knorpel liegenden weichen Theilen. Schleift man die pflasterförmigen Stückchen, so sieht man bei auffallendem Licht in einigen Fällen, aber nicht in allen, einen weifsen Mittelpunkt, von welchem mehrere weifse Schenkel sternförmig ausgeben. Siehe Fig. 8 vom Unterkiefer eines grofsen Rochens. Beobachtet man bei durchscheinendem Licht, so sieht man nur Knorpelkörperchen ungefähr, wie Fig. 7. Diese Körperchen haben niemals die Kanälchen, welche bei den höheren Thieren von ihnen ausgehen. In den meisten Fällen ist die mikroskopische Ansicht des pflasterförmigen Knorpels wie in Fig. 7, welche Stückchen von Myliobates aquila darstellt. Wird pflasterförmiger ossificirter Knorpel gekocht, so bleibt er unverändert, selbst in mehreren Tagen, und die einzelnen Scheibche lnösen sich nur von einander ab und bilden ein grobes Pulver.

2) *Der ossificirte Knorpel der Wirbel.* Der ossificirte Theil der Wirbel erstreckt sich entweder nur auf den der Höhle der Facetten nahe liegenden Theil des Wirbelkörpers, wie bei Spinax, Centrina, Scyllium, oder wechselt mit hyalinischen Schichten ab, wie bei Squatina, oder reicht bis an die Oberfläche des Wirbels, wie bei Carcharias, Mustelus, Zygaena, Lamna, wo dann nur verschiedene Stellen im Innern des Wirbelkörpers in ra-

dialer Richtung hyalinisch bleiben. Diese Ossificationen sind so vollständig, wie bei einem Knochenfisch; aber aufser dem pflasterförmigen Knorpel giebt es am Skelet der Haifische und Rochen keine Theile, welche ossificiren, als die Wirbelkörper, und nur selten, wie bei Zygaena, ossificiren auch die Bogen der Wirbel. Das Gewebe dieser Knochensubstanz ist feinzellig oder spongiös; ich weifs nicht, ob hier die kleinen Höhlen geschlossen sind oder unter einander zusammenhängen. Nur am Rande und an der Höhle der Wirbelfacetten hat der Knochen eine faserige Structur, so zwar, dafs die Fasern hier und da zusammenzuhängen scheinen und in der Richtung der Peripherie des Wirbels verlaufen.

II. *Chemische Eigenschaften.* Die thierische Materie, welche in dem ossificirten Knorpel der Wirbelkörper enthalten ist, entfernt sich vom Knorpelleim und nähert sich einigermafsen dem gewöhnlichen Leim. Das nach Ausziehen der Kalkerde durch verdünnte Salzsäure, nach sehr langem Kochen erhaltene Extract aus Wirbelkörpern vom Hammerfisch, die vorher von allen knorpeligen Theilen vorsichtig befreit waren, wurde nicht von Essigsäure und Alaun gefällt. Das Extract gelatinirte nicht.

In Hinsicht des Kalkerdegehalts des Knorpels der Knorpelfische mufs man wohl zwischen dem hyalinischen und dem ossificirten der Haifische und Rochen unterscheiden. Chevreul fand in dem bläulichen halbdurchsichtigen Knorpel von Squalus peregrinus nur äufserst wenig Kalkerde.

Sowohl das Resultat der Analyse, als die Angabe, dafs der Knorpel bläulich, halbdurchsichtig und biegsam war, beweisen, dafs der von Chevreul untersuchte Knorpel blofs hyalinischer war. Der pflasterförmige Knorpel der Haifische und Rochen, und der ganz ossificirte Knorpel der Wirbelkörper dieser Thiere enthält aber sehr viel Kalkerde. Dieſs liefs schon die Festig-

keit und das weifse Ansehen dieser Knorpel vermuthen; noch mehr bestätigte sich mir diefs durch das Verhalten unter dem Mikroskop bei Behandlung von feinen Durchschnitten mit Essigsäure und Salzsäure. In beiden Fällen entwickelten sich sehr viele Luftbläschen, bis der Knorpel durchsichtig geworden war. Eine Analyse der erdigen Bestandtheile dieser ossificirten Theile von Knorpelfischen ist von Hrn. Marchand angestellt. Die Resultate derselben sind in der folgenden Abhandlung enthalten. Es ergiebt sich daraus, dafs diese ossificirten Knorpel nicht viel weniger Kalkerde enthalten als die Knochen der höheren Thiere. Die Rückenwirbel (von Squalus cornubicus) hinterliefsen, einer anhaltenden Weifsglühhitze ausgesetzt, während welcher alle thierischen Materien zerstört und verbrannt wurden, einmal 41,55 Proc., das andere Mal 42,068 Proc. Asche. Diese enthielt sehr viel phosphorsaure Kalkerde, etwas schwefelsaure Kalkerde und sehr merkbare Spuren von Flufssäure; Kohlensäure konnte ebenfalls bemerkt werden. Die pflasterförmigen Knorpel (von einem grofsen Rochen) hinterliefsen einen viel unbedeutenderen Rückstand, welcher gröfstentheils aus phosphorsaurer Kalkerde bestand. Flufssäure konnte auch hier nachgewiesen werden. Der sorgfältig gereinigte hyalinische Knorpel hinterliefs einen ganz unbedeutenden Rückstand, welcher indessen auch Schwefel und Phosphor mit Kalkerde verbunden enthielt, in welcher Form konnte nicht entschieden werden.

Bei den Wirbellosen haben die knöchernen Theile wenig Aehnlichkeit in der Zusammensetzung und Structur mit den Knochen der Wirbelthiere. Ich habe schon früher angeführt, dafs die thierische Substanz der Krebsschalen und des sogenannten Knorpels der Loligo keine leimartige Materie enthält. Aber auch die Structur ist sehr verschieden. Im Allgemeinen mufs man die unorganischen schaligen Absätze der Wirbellosen, wie die äu-

faseren Schalen der Mollusken wohl von den eigentlichen Knochen unterscheiden. Die unorganischen, schichtweise erfolgenden Absätze der Mollusken enthalten deutliche Spuren von Krystallisation, wie wir sie in den organisirten Knochen nie antreffen. In den dünnen, etwas geschliffenen Schichten der Austerschale sieht man mit dem Mikroskop sogleich die zwar durch das Schleifen undeutlich gewordenen, aber immer noch erkennbaren Kristallkörperchen in allen Richtungen durch einander liegen, ungefähr wie in Fig. 9 Taf. IV. Die Schale der Seeigel ist hingegen organisirter Knochen von bestimmter Structur. Sehr fein geschliffene Blättchen von der Schale eines Echinus zeigen zuletzt ein spongiöses Ansehen, indem sie von vielen Zellen durchbrochen sind. Die Wände oder Zwischenbalken der Zellen enthalten wieder, beim Lampenlicht untersucht, ein dunkles feines Netzwerk (wie in Fig. 10 Taf. IV), das mir am Tage nicht so deutlich geworden ist. Die Krebsschalen bestehen durch und durch aus lauter parallel neben einander stehenden senkrechten weifsen Fasern, die nach Extraction der Kalkerde biegsam sind und sich aus einander reifsen lassen. Ob es Röhrchen sind, die die Kalkerde enthalten, oder ob diese an den Fasern haftet, läfst sich nicht wohl ausmitteln. Diese Fasern, die etwas wellenförmig sind, wachsen, nach Valentin's Beobachtungen, durch schichtweise Apposition von verkalkenden Häuten.

---

## Erklärung der Abbildungen.

**Fig. 1.** Knochenkörperchen und Kanälchen aus dem Schädel des Menschen bei 410maliger Vergröfserung.

**Fig. 2.** Schmelznadeln aus dem noch breiartigen Schmelz des letzten Backzahnes des Kalbes.

**Fig. 3.** Querdurchschnitt des Glaskörpers der Chorda dorsalis von Myxine glutinosa.

Fig.

Fig. 4. Senkrechter Durchschnitt eines Wirbelkörpers von Squalus mustelus. *a* hyalinisches Kreuz. *b* Knochen.

Fig. 5. Knorpelkörperchen von Bdellostoma heterotrema Müll.

Fig. 6. Spongiöser Knorpel von Petromyzon marinus.

Fig. 7. Pflasterförmiger ossificirter Knorpel von Myliobates aquila, stark vergröfsert.

Fig. 8. Geschliffener Pflasterknochen vom Unterkiefer eines grofsen Rochens, bei auffallendem Licht unter dem Mikroskop gesehen. *a* Lücken, *b* ossificirte sternförmige Figuren.

Fig. 9. Krystalle aus einer Schalenschicht der Auster, geschliffen, mikroskopisch.

Fig. 10. Mikroskopische Ansicht eines Stückchens der Schale eines Seeigels bei Lampenlicht.

## IX. *Chemische Untersuchung der Knorpel von Haifischen und Rochen; von R. Marchand.*

Eine genaue Untersuchung der Knorpel der Chondropterygier war von besonderem Interesse, da Hr. Chevreul in seiner ausgezeichneten Arbeit über die der Squalus peregrinus [1]) so höchst auffallende Resultate erhalten hatte, welche in die Lehrbücher der Thierchemie ohne Anstofs aufgenommen worden sind. Es fand nämlich dieser gelehrte Chemiker in den erwähnten Knorpeln die thierische verbrennbare Materie in einer solchen bedeutenden Menge, dafs die sogenannten unorganischen Theile dagegen fast verschwanden. Hr. Prof. Joh. Müller vermuthete, dafs Hr. Chevreul zu seinen Untersuchungen nur einen gewissen Bestandtheil der Fischknorpel angewandt habe, nämlich den sogenannten hyalinischen Knorpel, und

1) *Ann. des Mus. d'hist. nat. T. XVIII.*

forderte mich daher auf, eine Analyse der sämmtlichen Knorpel vom Squalus anzustellen. Die Resultate, welche ich dabei erhielt, theile ich in folgenden Zeilen mit.

Vorerst mufs indefs bemerkt werden, dafs mir zu dieser Untersuchung keine ganz frischen Knorpel zu Gebote standen, sondern nur solche, welche theils in Wasser, theils in Spiritus sich längere Zeit befunden hatten, wodurch ohne Zweifel eine Veränderung hinsichtlich des quantitativen Verhältnisses der darin enthaltenen Substanzen entstand. Sie rührten übrigens theils vom Squalus cornubicus, theils von einem grofsen Rochen her.

Von Wichtigkeit schien die Frage, ob diesen Knorpeln die Eigenschaft abgehe, beim Kochen Leim zu liefern, eine Frage, welche Chevreul entschieden verneint hatte. Indefs ist nur durch ein zu kurze Zeit dauerndes Kochen nicht möglich demselben Leim zu entziehen; denn setzt man das Kochen ununterbrochen 72 Stunden und länger fort, so erhält man eine Flüssigkeit, welche zwar nicht Leim zu geben scheint, indefs durch Galläpfeltinktur gefällt wird, und die übrigen Eigenschaften einer Leimauflösung zeigt. Da dasselbe auch von den Nasen- und Ohrenknorpeln der Menschen behauptet wird, eine Erscheinung, welche sehr auffallend wäre, so stand zu vermuthen, dafs auch hier durch anhaltendes Kochen ein ähnliches Resultat erhalten werden würde. Und in der That erhielt ich nach 72stündigem Kochen eine Flüssigkeit, welche sich ganz analog der oben erwähnten verhielt.

### 1) Rückenwirbel vom Squalus cornubicus.

Diese Wirbel wurden einer anhaltenden Weifsglühhitze ausgesetzt, welche alle thierische Substanz in derselben zerstörte. Der Rückstand betrug im Mittel 41,81 Procent. Mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet und gelinde erhitzt, um den der Kohlensäure beraubten Kalk

wieder mit derselben zu verbinden, stieg das Gewicht auf 42,93 Procent.

Die quantitative Analyse ergab Folgendes:

| | |
|---|---|
| Thierische verbrennbare Stoffe | 57,07 |
| Phosphorsauren Kalk | 32,46 |
| Schwefelsauren Kalk | 1,87 |
| Kohlensauren Kalk | 2,57 |
| Fluorcalcium | Spur |
| Schwefelsaures Natron | 0,80 |
| Chlornatrium | 3,00 |
| Phosphorsaure Magnesia | 1,03 |
| Kieselerde, Thonerde, Eisen und Verlust | 1,20 |
| | 100,00. |

Bei der trocknen Destillation wurde ein schwarzes, stinkendes, nach faulen Fischen riechendes Liquidum erhalten, und eine mit schwierig zu verbrennender Kohle gemengte Asche blieb zurück.

2) Analyse des pflasterförmigen Knorpels eines grofsen Rochens.

Diese Knorpel wurden sorgfältig von der Knochenhaut und dem hyalinischen Theile getrennt, und dann der Weifsglühhitze ausgesetzt. Der Rückstand betrug 20,4 Procent, welche durch das Behandeln mit kohlensaurem Ammoniak auf erwähnte Weise bis auf 21,54 Proc. stieg. Der quantitativen Analyse zufolge bestand dieser Knorpel aus:

| | |
|---|---|
| Thierische verbrennliche Materie | 78,46 |
| Kohlensaurem Kalk | 2,61 |
| Phosphorsaurem Kalk | 14,20 |
| Schwefelsaurem Kalk | 0,83 |
| Fluorcalcium | Spur |
| Chlornatrium | 2,46 |
| Schwefelsaurem Natron | 0,70 |
| Phosphorsäure, Magnesia und Verlust | 0,74 |
| | 100,00. |

Wenn man diese Knorpel lange Zeit in Wasser liegen liefs, so wurde ein grofser Theil der thierischen Materie aufgelöst, und man konnte ihn zwischen den Fingern zu Körnern zerreiben.

3) Untersuchung des hyalinischen Knorpels.

Von diesem stand mir leider nicht so viel zu Gebote, als eine ausführliche Analyse erfordert hätte. Doch fand ich darin eine aufserordentlich grofse Menge thierischer Materie, welche nach langem Kochen ebenfalls Leim gab, wie die übrigen Knorpel. Beim Glühen hinterliefs derselbe einen Rückstand, der nur sehr wenige Procente der angewandten Substanz betrug, in dem sich indefs namentlich Schwefelsäure und Salzsäure und Spuren von Phosphorsäure nachweisen liefsen, welche an Kalk und Natron gebunden waren. Hieraus geht noch mehr hervor, dafs dieser Knorpel es war, welchem Hr. Chevreul seine Untersuchung gewidmet hatte.

## X. *Untersuchung einer hydropischen Flüssigkeit; von Richard Marchand.*

Die Flüssigkeit, welche zu dieser Untersuchung diente, rührte von einer, an Bauchwassersucht leidenden Frau her, welche 14 Tage vor ihrem Tode zum dritten Male gezapft wurde. Sie besafs eine gelbliche Farbe, war fast völlig durchsichtig, geruchlos, von salzigem, äufserst fadem Geschmack. Beim Erhitzen gerann ein Theil derselben durch die ziemlich grofse Quantität von Eiweifs, die darin enthalten war. Das von dem Geronnenen abfiltrirte Liquidum wurde eingedampft und mit absolutem Weingeist ausgezogen, welcher schleimige Stoffe und Salze zurückliefs. Das durch Erhitzen abgeschiedene Eiweifs

wurde mit kochendem Wasser ausgezogen, und dieses eben so wie die abfiltrirte Flüssigkeit behandelt. Beide weingeistigen Extracte wurden vermischt, abgedampft, der syrupdicke Rückstand in kochendem Wasser gelöst, dieses vom Ungelösten abfiltrirt, und durch Eindampfen concentrirt. Zu einem Theil der klaren, aber gelblich gefärbten Flüssigkeit wurde Salpetersäure gesetzt, welche einen Niederschlag in derselben hervorbrachte, der sich durch längeres Stehen bedeutend vermehrte; dieser wurde von der darüberstehenden Flüssigkeit abfiltrirt, mit kohlensaurem Baryt zerlegt und die getrennte eingedampfte Flüssigkeit mit absolutem Alkohol ausgezogen. Das Extract wurde unter der Luftpumpe verdunstet, und lieferte eine ziemlich Quantität in langen Nadeln anschiefsender Krystalle.

Der andere Theil wurde mit Oxalsäure versetzt, welche ebenfalls einen Niederschlag hervorbrachte, der, ähnlich behandelt, ganz denselben krystallisirten Körper lieferte.

Diese Krystalle wurden sehr leicht durch ihre charakteristischen Eigenschaften, ihr Verhalten zu der Weinsteinsäure, der Oxalsäure und der Salpetersäure, dem Kali, ihre Löslichkeit in Wasser und Alkohol, ihre Flüchtigkeit, und endlich durch den salpeterähnlich kühlenden Geschmack als Harnstoff erkannt.

Eine mit der Flüssigkeit unternommene quantitative Analyse, deren Details als unwichtig übergangen werden können, lieferte folgende Resultate:

200 Grm. wurden im Wasserbade bei 100° C. so lange eingedampft und getrocknet, bis sie nichts mehr an Gewicht verloren. Der Rückstand betrug 9,56 Grm. Diese hinterliefsen nach heftigem Glühen 2,26 Grm. Asche.

In 100 Theilen wurde die Flüssigkeit bestehend gefunden aus:

| | |
|---|---|
| Wasser | 95,22 |
| Eiweifs | 2,38 |
| Harnstoff | 0,42 |
| Kohlensaurem Natron | 0,21 |
| Phosphorsaurem Natron | 0,06 |
| Schwefelsaurem Natron | Spur |
| Chlornatrium | 0,82 |
| Schleimigen Stoffen und Verlust | 0,89 |
| | 100,00. |

## XI. *Ueber das Wesen des Verdauungsprocesses; von Dr. Th. Schwann in Berlin.*

Nachdem Eberle die Entdeckung gemacht hatte [1]), dafs die mit sehr verdünnter Salz- und Essigsäure digerirten Schleimhäute eine dem Magensaft ähnliche Masse liefern, welche die meisten Nahrungsmittel eben so auflöst und umwandelt, wie es bei der Verdauung im Magen geschieht; nachdem dieses Resultat in Bezug auf die Auflösung des geronnenen Eiweifses durch Hrn. Prof. Müller's eigene und gemeinschaftlich mit mir angestellte Versuche bestätigt worden war, und wir zugleich nachgewiesen hatten, dafs dabei keine Veränderung der atmosphärischen Luft, noch eine Gasentwicklung stattfindet, handelte es sich um die Frage: Welches sind die Stoffe, die in jener Flüssigkeit also vermöge der von Eberle nachgewiesenen Identität auch in dem natürlichen Magensaft die Auflösung und Umwandlung der Nahrungsmittel bewirken.

1) Beschrieben in dem Werke: Physiologie der Verdauung nach Versuchen auf natürlichem und künstlichem Wege, von Dr. J. N. Eberle, ordentl. Mitglied der K. philosophisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg (1834).

Aus meinen Versuchen über *künstliche* Verdauung geht hervor, dafs dabei kein einzelnes Universalauflösungsmittel wirksam ist, sondern dafs die dabei wirksamen Materien verschieden sind für die verschiedenen Nahrungsmittel; und zwar kann man die bis jetzt in dieser Beziehung untersuchten Nahrungsmittel in drei Klassen theilen: 1) Solche, die ohne Mitwirkung der freien Säure des Magensaftes wahrscheinlich durch den Speichel verdaut werden; dahin gehört das gekochte Stärkmehl, welches durch Digestion mit Speichel, wie bei der Verdauung, in Stärkgummi und Zucker verwandelt wird. 2) Solche, die durch blofse verdünnte Säuren (Salz- oder Essigsäure) aufgelöst werden; dahin gehören der geronnene Käsestoff, Thierleim, Kleber. Die Reactionen einer Auflösung dieser Stoffe in jenen verdünnten Säuren stimmten wenigstens mit denen, welche Tiedemann und Gmelin bei der natürlichen Verdauung dieser Stoffe fanden, in den wesentlichsten Punkten überein: der Leim z. B. verlor dadurch seine Gerinnbarkeit und seine charakteristische Fällung durch Chlor. 3) Solche, bei denen, aufser der freien Säure, noch ein anderes Verdauungsprincip wirksam ist. Hieher gehören die eiweifsartigen Nahrungsmittel, nämlich geronnenes Eiweifs, Faserstoff und in gewisser Beziehung auch der aufgelöste Käsestoff. Die letztere Klasse nimmt unser Interesse in hohem Grade in Anspruch, sowohl weil sie die wichtigsten Nahrungsmittel enthält, als auch, und vorzüglich wegen der Eigenthümlichkeit des Processes. Sie verdient eine nähere Erörterung.

Zu den Versuchen darüber wurde eine verdauende Flüssigkeit bereitet, indem die abpräparirte Schleimhaut aus dem dritten und vierten Magen des Ochsen mit etwas Wasser und so viel Salzsäure, dafs sie ungefähr $2\frac{1}{4}$ Proc. der ganzen Masse betrug, 24 Stunden lang digerirt und dann filtrirt wurde. Diese Verdauungsflüssigkeit enthielt 2,75 Proc. fester Substanz aufgelöst, und erfor-

derte etwas über 2 Proc. kohlensauren Kalis zur Neutralisation. Sie löste zerriebenes geronnenes Eiweifs, welches mehre Stunden lang damit bei 30° R. digerirt wurde, fast vollständig auf.

Durch J. Müller's und andere Versuche war erwiesen, dafs blofse verdünnte Säuren die Auflösung des Eiweifses nicht bewirken, dafs also die Säure entweder gar nicht oder aufser derselben noch irgend etwas Anderes wirksam sey. Ich beobachtete nun zunächst, dafs jene Verdauungsflüssigkeit durch Neutralisation ihre Wirksamkeit verlor, dafs also die Säure wirklich eine wesentliche Rolle bei der Verdauung des Eiweifses spiele, aber aufser ihr noch ein anderer Stoff nothwendig sey. Aus den Versuchen über die Art der Wirkung der Säure ergaben sich folgende Thatsachen: 1) Auch nur beinahe vollständige Neutralisation der Verdauungsflüssigkeit, bei der noch Nichts aus derselben gefällt wird, hebt ihre verdauende Kraft auf. 2) Die Verdauungsflüssigkeit, in sehr hohem Grade mit säuerlichem Wasser verdünnt, verdaut sehr gut, nicht aber wenn sie mit blofsem Wasser verdünnt wird. Die nothwendige Menge der Säure richtet sich also nicht nach der Menge des Verdauungsprincips, sondern nach der Menge des Wassers, wovon sie ungefähr $2\frac{3}{4}$ Proc. (käuflicher Salzsäure) betragen mufs. 3) Die Menge der freien Säure bleibt bei der Verdauung unverändert. Aus diesen Thatsachen läfst sich schliefsen, dafs die freie Säure nicht blofs zur Bildung des andern Verdauungsprincips, noch zur blofsen Auflösung oder zu einer chemischen Verbindung mit demselben dient, sondern dafs sie eben so wie bei der Umwandlung des Stärkmehls in Zucker durch Contakt wirksam ist.

Es waren nun die Eigenthümlichkeiten des andern, aufser der Säure wirksamen Verdauungsprincips zu untersuchen. Zunächst folgt daraus, dafs auch die filtrirte ganz klare Verdauungsflüssigkeit das Eiweifs auflöst, dafs dasselbe in verdünnter Salz- und Essigsäure auflöslich ist.

Da die Verdauungsflüssigkeit, wenn sie neutralisirt und dann filtrirt, und zu dem Filtrat wieder die gehörige Quantität Säure gesetzt wird, ihre verdauende Kraft behält, so mufs das Verdauungsprincip auch in der neutralen Flüssigkeit aufgelöst geblieben seyn. Dampft man, um seine Auflöslichkeit in Weingeist zu untersuchen, die neutralisirte Verdauungsflüssigkeit bei niedriger Temperatur ab (wobei die verdauende Kraft nicht verloren geht) und behandelt den Rückstand mit Weingeist, so wird dadurch die verdauende Kraft ganz aufgehoben. Das Verdauungsprincip wird also durch Weingeist zerstört. Wird die Verdauungsflüssigkeit bis zum Siedepunkt erhitzt, so wird ebenfalls das Verdauungsprincip zersetzt. Um das Verhalten desselben gegen die gewöhnlichen Reagenzien zu prüfen, setzte ich dieselben der sauren oder neutralisirten Verdauungsflüssigkeit zu, trennte durch Filtration den Niederschlag von den nicht gefällten Bestandtheilen der Flüssigkeit, wusch ersteren vollständig aus, vermischte ihn dann wieder mit Wasser, welches die gehörige Quantität ($2\frac{3}{4}$ Proc.) Salzsäure enthielt, und setzte hiezu ein Reagenz, welches die Wirkung des ersten Reagenzes ganz oder theilweise aufzuheben vermochte, z. B. Schwefelwasserstoff u. drgl. Je nachdem sich nun entweder in der letztern, den Niederschlag enthaltenden Flüssigkeit oder in dem Filtrate der Verdauungsflüssigkeit, welches die nicht niedergeschlagenen Bestandtheile enthielt, verdauende Kraft zeigte, mufste das Verdauungsprincip durch das Reagenz entweder gefällt worden seyn oder nicht. Auf diese Weise wurde ausgemittelt, dafs essigsaures Blei dasselbe aus der sauren, und noch vollständiger aus der neutralen Verdauungsflüssigkeit niederschlägt, dafs es auch durch Sublimat aus der neutralen Auflösung gefällt, durch Kaliumeisencyntir aber aus der sauren Verdauungsflüssigkeit nicht niedergeschlagen wird. Die am meisten charakteristische Reaction aber ist die Fällung des Käsestoffs oder das Gerinnenmachen der

Milch. Dafs diese durch das Verdauungsprincip bewirkt wird, geht aus folgenden Thatsachen hervor: 1) Die Verdauungsflüssigkeit bewirkt die Gerinnung der Milch in der Wärme schon, wenn ihre Quantität nur 0,42 Proc. beträgt, während von einer Flüssigkeit, die bloſse Salzsäure in demselben Grade der Verdünnung enthält, mehr als 3,3 Proc. erforderlich sind. 2) Auch die neutralisirte Verdauungsflüssigkeit bewirkt die Gerinnung der Milch. 3) Durch die Siedhitze wird diese Fähigkeit der neutralisirten Verdauungsflüssigkeit aufgehoben, was damit übereinstimmt, dafs dadurch, nach dem Oben Gesagten, das Verdauungsprincip zerstört wird. (Die beiden letzten Thatsachen (2 und 3) in Verbindung mit einander machen, dafs die Verdauungsflüssigkeit und der aufgelöste Käsestoff wechselseitig auf einander als Reagenz gebraucht werden können. Eine Flüssigkeit, die nur 0,0625 Proc. Käsestoff enthielt, wurde noch durch die neutralisirte Verdauungsflüssigkeit gefällt.) Durch alle diese Reactionen charakterisirt sich das Verdauungsprincip als ein eigenthümlicher Stoff, dem ich den Namen *Pepsin* gegeben habe. Schon allein sein Verhalten gegen Käsestoff reicht hin, seine Verschiedenheit von anderen Stoffen, namentlich vom Schleim zu zeigen. Der Schleim scheint indessen der Stoff zu seyn, aus dem sich, bei der Behandlung mit verdünnter Salzsäure, durch eine eigenthümliche Umwandlung das Pepsin bildet. Wenigstens zeigte reiner Schleim, aus dem Speichel dargestellt, nach der Behandlung mit verdünnter Salzsäure in einem Versuche eine, wiewohl sehr geringe, verdauende Kraft auf das Eiweifs.

Was nun die Art der Einwirkung des Verdauungsprincips auf das Eiweifs anlangt, so scheint dieselbe zu den katalytischen oder Contaktwirkungen gerechnet werden zu müssen. Wenigstens spricht dafür die äufserst geringe Quantität Pepsin, welche hinreicht, eine grofse Quantität Eiweifs aufzulösen. Salzsäurehaltiges Wasser,

das nur ¼ Proc. Verdauungsflüssigkeit enthielt, zeigte noch deutlich auflösende Wirkung auf das Eiweifs, und ein halbes Loth salzsäurehaltiges Wasser, dem 4,8 Gran Verdauungsflüssigkeit zugesetzt waren, löste 1 Drachme geronnenes Eiweifs innerhalb 24 Stunden bei 30° B. fast vollständig auf. Da nun jene 4,8 Gran Verdauungsflüssigkeit 0,11 Gran feste Substanz enthielten und 1 Drachme feuchtes Eiweifs nach dem Trocknen ungefähr 10 Gran wiegen, so hatte also, selbst wenn man die ganze in der Verdauungsflüssigkeit enthaltene feste Substanz als Pepsin berechnet, 1 Theil die Zerlegung von 100 Theilen Eiweifs bewirkt. Bei diesem Processe büfst das Verdauungsprincip seine verdauende Kraft zum Theil ein, woraus hervorgeht, dafs es selbst dabei eine Veränderung erleidet. Ueber die äufsern Bedingungen, unter denen dieser Proceſs vor sich geht, ist zu erwähnen, dafs er am besten bei einer Temperatur von 30° bis 40° R., doch auch, wiewohl bei weitem schwächer, bei 10° bis 12° R. von Statten geht. Bei jener höheren Temperatur löst sich geronnenes Eiweifs, wenn es gehörig zerkleinert ist, innerhalb 6 bis 24 Stunden, Faserstoff (aus dem Blut) schon in 3 bis 12 Stunden. Zutritt der atmosphärischen Luft ist, nach Müller's und meinen Versuchen, nicht nothwendig; auch findet keine Gasentwicklung statt. Einige Salze, z. B. schweflichtsaures Natron, die auch auf die Weingährung sehr störend einwirken, hindern eben so sehr die Verdauung des Eiweifses.

Die Auflösung des geronnenen Eiweifses und Faserstoffs durch die Einwirkung des Pepsins in Verbindung mit Säuren ist keine einfache Auflösung, sondern zugleich eine Zersetzung, und zwar entstehen aus dem Eiweifs: *a*) Ein dem geronnenen Eiweifs sehr verwandter Stoff, der blofs in der Säure aufgelöst ist und sich daraus durch Neutralisation derselben fällen läfst, *b*) Osmazom, *c*) Speichelstoff. Dieselben Producte liefert die Verdauung des Faserstoffs; aufserdem enthält aber die Flüssigkeit, worin

Faserstoff verdaut worden ist, nicht geronnenen Eiweifsstoff, der durch Siedhitze daraus niedergeschlagen werden kann. Muskelfleisch, sowohl rohes als gekochtes und gebratenes, werden ebenfalls, wie der reine Faserstoff, nur etwas schwerer, aufgelöst.

Ueber das Nähere des hier im Auszuge Mitgetheilten mufs ich auf meinen Aufsatz in Müller's Archiv, 1836, S. 90, verweisen.

## XII. *Ueber das Verhalten des Cyans zum Kadmium und über mehrere Doppelcyanüre im Allgemeinen; von Carl Rammelsberg in Berlin.*

Das Verhalten des Cyans zum Kadmium scheint bisher noch nicht der Gegenstand einer Untersuchung von Seiten der Chemiker gewesen zu seyn, wenigstens findet sich darüber nichts bekannt gemacht. Dieser Umstand möge der nachfolgenden Untersuchung zur Rechtfertigung dienen.

Die Verbindung des Cyans und Kadmiums ist nicht, wie die entsprechende des Zinks, in Wasser unauflöslich; deshalb entsteht kein Niederschlag, wenn man die Auflösung eines Kadmiumsalzes (es wurde essigsaures und schwefelsaures Kadmium angewandt) mit Cyanwasserstoffsäure versetzt. Selbst nach längerer Zeit ist die Flüssigkeit noch vollkommen klar. Zwar erfolgte gewöhnlich ein schwacher gelblichweifser Niederschlag, wenn man die Auflösung eines Kadmiumsalzes mit Cyankalium vermischte, aber nur dann entstand derselbe, wenn das letztere, durch Glühen von Kaliumeisencyanür dargestellt, eine kleine Menge dieses Salzes enthielt. Immer zeigte dieser Niederschlag einen beträchtlichen Gehalt an Cyaneisen, auch war er nicht im Uebermafs von Cyankalium auflöslich.

Schüttelt man frisch niedergeschlagenes und gut ausgewaschenes Kadmiumoxydhydrat mit reiner Cyanwasserstoffsäure, so löst sich dasselbe im Verhältnifs der Concentration der letzteren auf. Beim Verdampfen der Flüssigkeit in gelinder Wärme erhält man das Cyankadmium in krystallinischer Gestalt.

So erhalten, bildet es undeutliche Krystalle von weifser Farbe, welche an der Luft unveränderlich sind, beim Zutritt derselben erhitzt, braun, dann schwarz werden, sich dabei mit einem starken Anflug von Kadmiumoxyd umgeben, und bei verstärkter Hitze dann einen Rückstand hinterlassen. Stellt man diesen Versuch mit dem gut getrockneten Salze an, so entweicht dabei kein Wasser. Auf Zusatz einer Säure wird sogleich Cyanwasserstoffsäure frei.

I. 0,414 Grm. wurden bis 200° C. erhitzt; sie hatten dadurch einen Gewichtsverlust von 0,003 oder 0,724 Proc. erlitten, von hygroskopischem Wasser herrührend. Der Rest gab, in Wasser gelöst und durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, an scharf getrocknetem Schwefelkadmium 0,351 = 0,272376 oder 67,087 Proc. Kadmium. Die abfiltrirte Flüssigkeit hinterliefs beim Verdampfen einen fast unwägbaren Rückstand, der aus einer Spur Alkali bestand, die dem Kadmiumoxyd noch angehangen hatte.

II. Bei einem zweiten, auf dieselbe Art mit 0,595 angestellten Versuche ergab sich durch's Erhitzen bis 200° C. keine Gewichtsveränderung; das erhaltene Schwefelkadmium wog 0,517 = 0,401192 oder 67,427 Proc. Kadmium.

Stellen wir nun die Resultate beider Analysen mit einer daraus abgeleiteten Zusammensetzung in Vergleich, so erhalten wir in 100 Th. des Salzes:

| | Versuch. | | | Rechnung. |
|---|---|---|---|---|
| | I. | II. | Atome. | |
| Kadmium | 67,087 | 67,427 | 1 | 67,870 |
| Cyan | | | 2 | 32,130 |
| | | | | 100,000. |

Demnach ist dieser Körper eine Verbindung von 1 At. Kadmium und 2 At. Cyan (Cd Cy).

### Kaliumkadmiumcyanür.

Wenn man, wie oben angeführt worden, die Auflösungen von essigsaurem Kadmiumoxyd und Cyankalium vermischt und die Flüssigkeit eindampft, so krystallisirt nach dem Erkalten ein Salz in grofsen deutlichen Krystallen heraus; diefs Salz ist das Kaliumcadmiumcyanür.

Die Krystalle sind regelmäfsige Octaëder, weifs und von ziemlich starkem Glanz, dem entsprechenden Zinksalz ganz ähnlich. Sie besitzen einen metallischen, deutlich an Cyanwasserstoffsäure erinnernden Geschmack. An der Luft verändern sie sich nicht; lösen sich in 3 Th. Wasser von gewöhnlicher Temperatur, und in ihrem gleichen Gewicht kochenden Wassers auf, nicht merklich aber in wasserfreiem Alkohol. An der Luft erhitzt, zersetzt sich dieses Salz sehr bald; es schmilzt und entwikkelt reichlich braune Dämpfe von Kadmiumoxyd, indem sich gleichzeitig metallisches Kadmium an die kälteren Theile des Gefäfses anlegt. Nach Erhöhung der Temperatur bis zum mäfsigen Rothglühen bleibt ein kohliger, alkalischer Rückstand. In einer kleinen Retorte beim Ausschlufs der Luft erhitzt, schmelzen die Krystalle zu einer farblosen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer grauen krystallinischen Masse erstarrte, dabei entwickelt sich, wenn das Salz zuvor gut getrocknet war, kein Wasser. Beim stärkeren Erhitzen erfolgt sehr langsam eine Zersetzung.

Von der Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure und Essigsäure wird das Salz schon in der Kälte unter Entbindung von Cyanwasserstoffsäure zerlegt, namentlich wirkt concentrirte Schwefelwasserstoffsäure sehr heftig ein. Die wäfsrige Auflösung des Salzes wird durch Schwefelwasserstoffgas sogleich gelb gefärbt, doch befindet sich das abgeschiedene Schwefelkadmium, ähnlich

dem aus einer neutralen Auflösung gefällten Schwefelantimon, in sehr fein vertheiltem Zustande in der Flüssigkeit, so dafs es durch Filtriren nicht abgesondert werden kann. Zusatz einer Säure und auch längeres Stehenlassen bewirkt jedoch vollkommene Aussonderung desselben. Jedenfalls wird das Doppelcyanür durch Schwefelwasserstoffgas leicht und vollständig zersetst. Weder Kali noch Ammoniak trüben die Auflösung dieses Salzes; in letzterem löst es sich eben so leicht wie in Wasser auf.

Gegen die angeführten Salze verhielt sich die Auflösung dieses Doppelcyanürs folgendermafsen: *Chlorbarium, Chlorstrontium* und *Chlorcalcium:* weifse, in Säuren auflösliche Niederschläge. *Schwefelsaure Talkerde,* keine Fällung. *Alaun:* unter Entwicklung von Cyanwasserstoffsäure ein weifser Niederschlag, der kein Kadmium enthielt. *Schwefelsaures Zinkoxyd:* weifser im Ueberschufs des Kadmiumsalzes nicht, wohl aber in Säuren auflöslicher Niederschlag. *Schwefelsaures Manganoxydul:* weifse, bald braun werdende Flocken. *Schwefelsaures Nickeloxyd:* weifser Niederschlag, im Ueberschufs des Doppelcyanürs und in Säuren auflöslich. *Schwefelsaures Kobaltoxyd:* braun, bald weifs werdender Niederschlag, löslich wie der vorige. *Schwefelsaures Eisenoxydul:* gelber Niederschlag, an der Luft schnell grün werdend; im Ueberschufs des Doppelcyanürs nicht löslich. *Schwefelsaures Eisenoxyd:* unter Entwicklung von Cyanwasserstoffsäure Fällung von Eisenoxyd. *Schwefelsaures Kupferoxyd:* wird sogleich entfärbt, unter Entweichen von Cyangas ein bräunlichweifser Niederschlag. *Essigsaures Bleioxyd:* weifser Niederschlag. *Salpetersaures Quecksilberoxydul:* graue Fällung von metallischem Quecksilber. *Quecksilberchlorid:* keine Trübung. *Salpetersaures Silberoxyd:* weifser, im Uebermafs des Kadmiumsalzes und auch in Ammoniak löslicher Niederschlag, aus dem durch Salpetersäure Cyansilber abgeschie-

den wird: *Salpetersaures Wismuthoxyd, Brechweinstein, Zinnchlorür:* wurden weifs gefällt. *Goldchlorid:* wird sogleich entfärbt, es entweicht Cyangas, aber es bildet sich kein Niederschlag.

Um die Zusammensetzung dieses Doppelcyanürs zu ermitteln, wurden die zerriebenen Krystalle jedesmal erst bis zu 200° C. erhitzt. Dabei zeigte sie einen zwischen 0,648 und 3,107 Proc. schwankenden Gewichtsverlust, der indefs, wenn das Salz zuvor einige Tage im feingeriebenen Zustande auf Löschpapier gelegen hatte, nie 1 Proc. überstieg. Daraus, so wie auch aus dem oben angeführten Verhalten des Salzes in der Hitze scheint zu folgen, dafs dieser geringe Wassergehalt nur als hygroskopisches, nicht aber als Krystallwasser zu betrachten sey. Bei den nachstehenden Versuchen ist immer ein solches, bei 200° C. getrocknetes Salz gemeint.

I. 1,120 Grm. wurden mit concentrirter Schwefelsäure eingekocht, und so lange erhitzt, bis der Ueberschufs des letzteren wieder verjagt war. Die Masse wurde sodann in Wasser aufgelöst, und Schwefelwasserstoffgas in diese Auflösung geleitet. Das Schwefelkadmium wog 0,52, entsprechend 0,40352 oder 36,028 Proc. Kadmium. Die Flüssigkeit wurde abgedampft, der Rückstand geglüht, und, um den Ueberschufs der Schwefelsäure leicht zu entfernen, auf die bekannte Art mit kohlensaurem Ammoniak behandelt. Das so erhaltene schwefelsaure Kali betrug 0,665, entsprechend 0,35954 Kali =0,2986 oder 26,66 Proc. Kalium.

II. 1,073, eben so behandelt, gaben 0,525 Schwefelkadmium =0,40737 oder 37,965 Proc. Kadmium; und 0,637 schwefelsaures Kali, =0,3444 Kali =0,286 oder 26,656 Proc. Kalium.

III. 2,21 wurden in Wasser gelöst, einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure hinzugesetzt, und mit Schwefelwasserstoffgas behandelt. Sie lieferten 1,058 Schwefelkadmium =0,821008 oder 37,149 Proc. Kadmium. Die

Flüs-

Flüssigkeit gab auf Zusatz von mehr Chlorwasserstoffsäure nach dem Abdampfen und gelindem Glühen 1,112 Chlorkalium =0,58417 oder 26,433 Proc. Kalium.

IV. In einer vierten Analyse wurde aus 1,931 des Salzes 0,915 Schwefelkadmium =0,71004 oder 37,949 Proc. Kadmium erhalten.

Stellen wir nun die erhaltenen Resultate zusammen, so ergiebt sich in 100 Th. des Salzes:

| nach | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| Kadmium | 36,028 | 37,965 | 37,149 | 37,949 |
| Kalium | 26,660 | 26,656 | 26,433 | — |

Diese Zahlen stimmen sehr gut mit der Annahme, dafs das Doppelcyanür 1 At. Kadmium, 1 At. Kalium und 4 At. Cyan enthält, denn alsdann würde es in 100 Th. enthalten müssen:

| | | |
|---|---|---|
| Kadmium | 37,734 | =1 At. |
| Kalium | 26,533 | =1 - |
| Cyan | 35,733 | =4 - |
| | 100,000. | |

Demnach ist das Kaliumkadmiumcyanür eine Verbindung von 1 At. des zuvor beschriebenen Cyankadmiums (Kd Cy) und 1 At. Cyankalium (K Cy) = K Cy + Kd Cy.

Auch habe ich versucht, die Zusammensetzung einiger unlöslichen Doppelcyanüre zu bestimmen, welche das so eben beschriebene in der Auflösung von Metallsalzen erzeugt. Ich wählte dazu die Zink- und die Bleiverbindung. Da indessen hier keine krystallisirten Verbindungen untersucht werden konnten, so möchten die gefundenen Resultate keinen grofsen Werth haben, um so mehr, als sie unter sich keine vollkommene Uebereinstimmung zeigen, und nur beweisen, dafs es nicht möglich ist, diese Verbindungen ohne Zersetzung auszuwaschen.

I. Eine Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd

wurde durch das Kaliumkadmiumcyanür gefällt. Während ich dabei die Umstände jedesmal möglichst gleich zu erhalten suchte, so gab die Untersuchung der erhaltenen Niederschläge dennoch keine übereinstimmenden Resultate. In zwei Fällen enthielt der *ausgewaschene* Niederschlag 12,380 Proc. Kadmium, 51,364 Proc. Zink, und 15,5 Proc. Kadmium, 44,858 Proc. Zink. In dem *nicht ausgewaschenen* dagegen fand sich, nach Abzug des darin enthaltenen Alkalis (welches als Kaliumkadmiumcyanür in Rechnung gebracht wurde), 43,5 Proc. Kadmium, 20,78 Proc. Zink, was aber auch keinesweges einem einfachen Verhältnifs entspricht, da eine Verbindung, die Zn Cy + Kd Cy wäre, 39,593 Proc. Kadmium und 22,913 Proc. Zink enthalten müfste.

II. Vermischt man die concentrirten Auflösungen von essigsaurem Bleioxyd und Kaliumkadmiumcyanür, und wäscht den entstandenen krystallinischen Niederschlag aus, so löst sich fortdauernd ein Theil davon auf und scheidet sich beim Verdampfen der Flüssigkeit in sehr kleinen Krystallen wieder aus. Eine Untersuchung des ziemlich lange *ausgewaschenen Niederschlags* ergab: Gewichtsverlust durch's Trocknen bei 200° C. 0,55 Proc., und in dem Rest 69,433 Proc. Blei und 8,670 Proc. Kadmium (beide wurden durch Schwefelsäure getrennt); kein Alkali. *Nicht ausgewaschen* gab er in einem Versuche 1,272 Proc. Verlust beim Trocknen, und im Rest, nach Abzug der Menge des Doppelcyanürs, welche aus der gefundenen Menge des Alkalis berechnet wurde, 57,27 Proc. Blei und 18,38 Proc. Kadmium.

Das erstere Resultat entspricht ziemlich gut der Formel 4 Pb Cy + Kd Cy, denn diese erfordert in 100 Th.

| | |
|---|---|
| Blei | 68,816 |
| Kadmium | 9,260 |
| Cyan | 21,924 |
| | 100,000. |

Das letztere giebt höchstens eine Annäherung an die Formel $2PbCy + KdCy$; denn eine solche würde

| | |
|---|---|
| Blei | 60,554 |
| Kadmium | 16,296 |
| Cyan | 23,150 |
| | 100,000 |

erfordern. Hier scheint die entstandene Doppelverbindung durch's Auswaschen so zersetzt worden zu seyn, dafs die Hälfte des Cyankadmiums sich auflöste.

### Ueber die Zersetzung einiger Doppelcyanüre.

Das beschriebene Kaliumkadmiumcyanür ist, wie die Untersuchung zeigte, nicht dem Kaliumeisencyanür analog zusammengesetzt, wie man vielleicht hätte vermuthen können. Da nun diese Abweichung etwas auffallend erschien, zumal sich in Berzelius Lehrbuch (3. Auflage Bd. IV S. 477) bei dem von L. Gmelin entdeckten Kaliumzinkcyanür zwar nicht die procentische Zusammensetzung, wohl aber die Formel $2KCy + ZnCy$ findet, und auch (S. 466) dem von Wöhler zuerst beschriebenen Kaliumnickelcyanür die Formel $2KCy + NiCy$ hinzugefügt ist, so unternahm ich eine vergleichende Untersuchung dieser, so wie einiger anderen Doppelcyanüre.

#### I. Kaliumzinkcyanür.

Es wurde durch Auflösen von Cyanzink (aus essigsaurem Zinkoxyd und Cyanwasserstoffsäure bereitet) in Cyankalium dargestellt, war in ansehnlichen Octaëdern krystallisirt, und zeigte überhaupt alle von diesem Salze angegebenen Eigenschaften.

Da das Salz wasserfrei ist, was sich auch aus dem geringen Verlust beim Trocknen ergab, so wurde die zu untersuchende Menge zuvor stets einer Temperatur von 200° C. ausgesetzt. Sie wurde dann mit concentrirter Schwefelsäure eingekocht, und das Ganze so lange er-

hitzt, bis der Ueberschufs jener wieder vertrieben war; alsdann in Wasser aufgelöst, durch Ammoniumsulfhydrat das Zink gefällt, das Schwefelzink in Chlorwasserstoffsäure gelöst und durch kohlensaures Kali kochend niedergeschlagen. Das Alkali wurde als neutrales schwefelsaures Salz bestimmt.

*Versuch I.* 1,035 Grm. gaben an geglühtem Zinkoxyd 0,337 = 0,270031 oder 26,09 Proc. Zink; ferner 0,74 schwefelsaures Kali, = 0,400095 Kali = 0,33227 oder 32,103 Proc. Kalium.

*Versuch II.* Aus 1,458 wurden erhalten: Zinkoxyd 0,48 = 0,384615 oder 26,379 Proc. Zink. An schwefelsaurem Kali 1,048 = 0,56661 Kali = 0,470558 oder 32,205 Proc. Kalium.

*Versuch III.* 0,571 gaben 0,18 Zinkoxyd = 0,14422 oder 25,25 Proc. Zink. Das Alkali wurde hier nicht bestimmt.

Stellen wir nun die Ergebnisse dieser drei Analysen einer daraus abgeleiteten atomistischen Zusammensetzung gegenüber, so haben wir:

| | Versuch | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | I. | III. | III. | Atome. | Rechnung. |
| Zink | 26,090 | 26,379 | 25,250 | 1 | 25,965 |
| Kalium | 32,103 | 32,205 | — | 1 | 31,547 |
| Cyan | | | | 4 | 42,488 |
| | | | | | 100,000. |

Dagegen würde die a. a. O. dem Salze hinzugefügte Formel $2K\text{Cy} + Zn\text{Cy}$ eine Zusammensetzung aus:

| | | Atome. |
|---|---|---|
| Zink | 16,993 | 1 |
| Kalium | 41,295 | 2 |
| Cyan | 41,712 | 6 |
| | 100,000 | |

erfordern.

Demnach würde auch dieses Doppelcyanür, gleich wie das oben beschriebene des Cadmiums, aus 1 Atom eines jeden Cyanürs bestehen, = K Cy + Zn Cy.

II. Kaliumnickelcyanür.

Auch dieses Salz wurde aus Cyannickel und Cyankalium bereitet, und war in rothgelben rhombischen Prismen krystallisirt. Da es Krystallwasser enthält, und zwar 1 Atom bei der angegebenen Formel (was 4,587 Proc. betragen müfste), so wurde die Bestimmung desselben nothwendig.

I. 1,225 Grm. der zerriebenen Krystalle verloren beim Erhitzen, bis 100° C. 0,03; bis 200° C. noch 0,01, so dafs der Gesammtverlust 0,04 = 3,265 Proc. betrug.

II. 1,45 verloren bei 200° C. 0,043 = 2,965 Proc.

III. 0,895 desgleichen 0,03 = 3,351 Proc.

IV. 1,29 desgleichen 0,04 = 3,1 Proc.

Zur Bestimmung des Gehalts an Nickel und Kalium wurde nun das entwässerte Salz untersucht.

I. 1,185 desselben wurden mit Schwefelsäure eingekocht und der Ueberschufs der letzteren durch Erhitzen entfernt. Die trocknen schwefelsauren Salze wogen 1,748. Um nun die oft nicht gut gelingende Fällung des Nickels mit Ammoniumsulfhydrat zu umgehen, wurde in denselben die Schwefelsäure und das Nickeloxyd direct bestimmt, der Gehalt an Kali aber aus dem Verlust berechnet. Der durch Chlorbarium gefällte schwefelsaure Baryt wog 2,63, entsprechend 0,90398 Schwefelsäure. Das durch Aetzkali gefällte und geglühte Nickeloxyd wog 0,36 = 0,28335 Nickel. Der Rest, 2,63 — (0,90398 + 0,36), = 0,484, war Kali, und entspricht 0,401953 Kalium.

II. 1,25, auf dieselbe Weise behandelt, gaben 0,368 Nickeloxyd = 0,289647 Nickel, und 0,522 Kali = 0,433511 Kalium.

Also sind in 100 Th. des wasserfreien Salzes:

| | Versuch I. | II. | Atome. | Rechnung. |
|---|---|---|---|---|
| Nickel | 23,911 | 23,171 | 1 | 24,330 |
| Kalium | 33,920 | 34,680 | 1 | 32,245 |
| Cyan | | | 4 | 43,425 |
| | | | | 100,000. |

Das wasserfreie Salz ist also ebenfalls eine Verbindung von 1 Atom Cyannickel und 1 Atom Cyankalium, $K\dot{C}y + Ni\dot{C}y$.

Was nun den Wassergehalt betrifft, so ist er für 1 Atom viel zu gering; er müfste in diesem Falle 6,892 Proc. ausmachen. Wenn man dagegen das krystallisirte Salz als $2(K\dot{C}y + Ni\dot{C}y) + \dot{H}$ betrachtet, so würde es 3,569 Proc. Wasser enthalten, was allerdings den gefundenen Zahlen näher kommt.

### III. Kaliumquecksilbercyanid.

Dieses Salz wurde gleichfalls durch Auflösen von Cyanquecksilber in Cyankalium dargestellt, und war in regulären Octaëdern krystallisirt.

I. 1,715 Grm. gaben beim Erwärmen bis 150° C. einen Verlust von 0,003. In Wasser aufgelöst, wurden sie durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas zersetzt; das gefällte Schwefelquecksilber wog, scharf getrocknet, 1,088, entsprechend 0,93879 oder 54,835 Proc. (des getrockneten Salzes) Quecksilber. Die Flüssigkeit gab, mit Schwefelsäure versetzt, nach dem Verdampfen, Glühen und Behandeln mit kohlensaurem Ammoniak, um den Säureüberschufs zu entfernen, 0,695 schwefelsaures Kali = 0,375765 Kali = 0,312065 oder 18,228 Procent Kalium.

II. 1,493 gaben: Verlust beim Trocknen 0,003; sodann 0,902 Schwefelquecksilber = 0,79384 oder 53,277 Proc. Quecksilber; 0,67 schwefelsaures Kali = 0,362248 Kali = 0,3008397 oder 20,19 Proc. Kalium.

III. 1,605 gaben beim Trocknen keinen Verlust; 1,035 Schwefelquecksilber =0,89306 oder 55,642 Proc. Quecksilber, und 0,552 Chlorkalium =0,289987 oder 18,067 Proc. Kalium.

IV. 1,614 gaben: Verlust durch's Trocknen 0,007; sodann 0,988 Schwefelquecksilber =0,8525 oder 53,05 Proc. Quecksilber, und 0,624 Chlorkalium =0,3278 oder 20,398 Proc. Kalium.

Diese Resultate, mit den daraus berechneten stöchiometrischen Zahlen zusammengestellt, gaben:

| | Versuche I. | II. | III. | IV. | Atome. | Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Quecksilber | 54,835 | 53,277 | 55,642 | 53,050 | 1 | 52,403 |
| Kalium | 18,228 | 20,190 | 18,067 | 20,398 | 1 | 20,281 |
| Cyan | | | | | 4 | 27,316 |
| | | | | | | 100,000 |

Auch hier hätten wir demnach eine (wasserfreie) Verbindung von 1 At. Cyanquecksilber und 1 At. Cyankalium von der Formel K€y + Hy€y.

Dieses Doppelcyanür ist neuerlich auch von Jackson untersucht worden [1]), nach einer weniger exacten Methode. Er giebt an, in 100 Theilen gefunden zu haben.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Cyanquecksilber | 91,0 | d. h. | Quecksilber | 72,190 |
| Cyankalium | 9,3 | | Kalium | 5,557 |
| Wasser | 0,2 | | Cyan | 22,553 |
| | | | Wasser | 0,200 |
| | 100,5 | | | 100,500 |

woraus sich berechnen läfst:

1) S. Thomson's *Records of general Science, May* 1836, und Pharm. Centralblatt, 1836, No. 22.

| | Atome. | |
|---|---|---|
| Quecksilber | 5 | 71,934 |
| Kalium | 1 | 5,568 |
| Cyan | 12 | 22,498 |
| | | 100,000 |

entsprechend der Formel K Cy + 5 Hy Cy, nicht aber, wie am zuletzt angeführten Orte angegeben ist, K Cy + 2 Hy Cy. Der grofse Unterschied in den Resultaten der oben mitgetheilten Analysen und der von Jackson fällt in die Augen.

### IV. Kaliumsilbercyanid.

Auch dieses Doppelcyanür erhält man, wie schon Ittner bemerkte, leicht durch Auflösen von Cyansilber in Cyankalium. Es bildet reguläre Octaëder, deren Seitenflächen oft treppenförmig vertieft sind. Bei schnellerem Verdampfen seiner Auflösung erscheint es, wie auch Berzelius anführt (Lehrbuch, Bd. IV S. 630), in federförmig gestreiften Blättchen.

I. 1,07 Grm. der zerriebenen Krystalle verloren, bis 150° C. erhitzt, 0,01. Der Rest wurde in Wasser gelöst und ein Ueberschufs von Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt, wodurch das Salz unter Entbindung von Cyanwasserstoffsäure sogleich zersetzt wird. Das Chlorsilber wog, geschmolzen, 0,75, entsprechend 0,56497 oder 53,3 Proc. Silber. Das durch Abrauchen der Flüssigkeit erhaltene Chlorkalium betrug 0,4 = 0,210136 oder 19,818 Proc. Kalium.

II. 1,328 gaben Gewichtsverlust beim Trocknen 0,014, sodann 0,905 Chlorsilber = 0,68173 oder 51,882 Proc. Silber; und 0,517 Chlorkalium = 0,27158 oder 20,668 Proc. Kalium.

III. 0,975 verloren durch's Trocknen 0,004, und gaben Chlorsilber 0,668 = 0,5032 oder 51,823 Proc. (wie

immer, des trocknen Salzes) Silber; und 0,385 Chlorkalium =0,20225 oder 20,829 Proc. Kalium.

IV. 1,582 gaben: Verlust beim Trocknen 0,002, sodann Chlorsilber 1,118=0,84218 oder 53,302 Proc. Silber, und 0,585 Chlorkalium, =0,30732 oder 19,45 Proc. Kalium. Der Gewichtsverlust, den das Salz, diesen Versuchen zufolge, beim Erhitzen erleidet, beträgt in:

| I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|
| 0,934 Proc. | 1,054 Proc. | 0,41 Proc. | 0,126 Proc. |

und ist wohl als von hygroskopischem Wasser herrührend zu betrachten.

Die procentische Zusammensetzung des trocknen Salzes, wie sie die obigen Versuche ergeben, und die daraus berechneten Atomzahlen sind:

| | Versuche I. | II. | III. | IV. | Atome. | Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Silber | 53,300 | 51,882 | 51,823 | 53,302 | 1 | 54,035 |
| Kalium | 19,818 | 20,668 | 20,829 | 19,450 | 1 | 19,586 |
| Cyan | | | | | 4 | 26,379 |
| | | | | | | 100,000 |

Also besteht auch das Kaliumsilbercyanid aus 1 At. Cyansilber und 1 At. Cyankalium, entsprechend der Formel $K\dot{C}y + Ag\dot{C}y$.

Als Resultat der hier mitgetheilten Versuche ergiebt sich, dafs die analysirten Doppelcyanüre, nämlich:

1) das Kaliumkadmiumcyanür,
2) - Kaliumzinkcyanür,
3) - Kaliumnickelcyanür,
4) - Kaliumquecksilbercyanid,
5) - Kaliumsilbercyanid

eine ganz analoge Zusammensetzung haben, nämlich Verbindungen sind von 1 At. Cyankalium und 1 At. des anderen metallischen Cyanürs. Die gleiche Krystallform aller (mit Ausnahme des Nickelsalzes, welches Wasser

enthält) deutet schon auf Gleichheit in der atomistischen Construction. Sehr unerwartet ist es aber, in der Zusammensetzung dieser Salze keine solche Analogie mit dem Kaliumeisencyanür zu finden, welches bekanntlich 2 At. Cyankalium gegen 1 At. Eisencyanür enthält. Um jeden möglichen Irrthum von meiner Seite aufzufinden, der in der Art und Weise, die oben aufgestellten Formeln aus den Resultaten der Analysen zu berechnen, seinen Grund haben könnte, unternahm ich auch eine Untersuchung des Kaliumeisencyanürs, gelangte aber, wie sich schon voraussehen liefs, zu dem schon längst bekannten Resultate, welches auch ganz ungezwungen zu der bekannten Formel führte. Ich erwähne diefs nur deshalb, weil es, wie man sieht, eine Controle für die von mir zu Grunde gelegte Rechnung ist.

## XIII. *Ueber einige Producte der trocknen Destillation; von H. Hefs in St. Petersburg.*

(Aus den *Memoires de l'academie des Sciences de St. Petersbourg, VI. Série T. III*, von dem Verfasser für diese Annalen, besonders bearbeitet.)

### II. Ueber die Existenz zweier Reihen von Kohlenwasstoffverbindungen.

In der Abhandlung, welche in den XXXVI. Bd. dieser Annalen, S. 417, eingerückt ist, glaube ich bewiesen zu haben, dafs: 1) die Naphta ein Product der trocknen Destillation sey, und 2) dafs die natürliche, so wie die künstlich dargestellte, nach der Formel $CH^2$ zusammengesetzt sey. — Diesen letzten Punkt will ich noch mit einigen Worten beleuchten, bevor wir in dem Gegenstande weiter gehen; und zwar will ich dazu die Resultate meiner Analysen hier so zusammenstellen, dafs ich

den Kohlenstoff und Wasserstoff, den die Analysen gegeben, zusammengenommen =100 setze. Wo ein Verlust stattfand, da wird die demselben proportionale Zahl in der dritten Columne aufgeführt.

| | In 100 Th. C. | In 100 Th. H. | Sauerstoff. |
|---|---|---|---|
| 1) Natürliche Naphta durch mehrmalige Destillation mit Schwefelsäure . . . : | 85,66 | 15,00 | |
| dito mit Wasser und mit Kalilauge gereinigt (a. a. O. S. 426) . . . . . | 86,95 | 14,70 | |
| 2) Naphta aus Baku 1 Mal mit Wasser destillirt (a. a. O. S. 429) . . . | 85,66 | 14,34 | 0,45 |
| 3) Steinöl 1 Mal für sich destillirt . . | 85,95 | 14,05 | 3,62 |
| 4) Eine andere Portion von demselben Steinöl ebenfalls für sich destillirt (a. a. O. S. 430, sub No. V) . . . . | 85,83 | 14,17 | 5,44 |
| 5) Eine neue Portion Steinöl ebenfalls für sich destillirt (a. a. O. S. 430, sub No. VI) . . . . . | 86,05 | 14,04 | 6,25 |
| 6) Ebenfalls (a. a. O. S. 431, No. VII) | 85,74 | 14,27 | 3,76 |
| 7) Künstliche Naphta (a. a. O. S. 432) | 85,88 | 14,13 | 4,16 |
| | 85,97 | 14,08 | 4,81 |
| | 86,00 | 13,99 | 4,54 |
| | 86,13 | 13,87 | 4,86 |
| 8) Dieselbe über Wasser abgezogen | 86,56 | 14,08 | |
| $CH^2$ enthält aber nach der Theorie | 85,96 | 14,04 | |

Betrachtet man nun das Verhältnifs des Kohlenstoffs zu Wasserstoff, so wird man wohl überzeugt seyn, dafs es das nämliche wie im ölbildenden Gase sey. Auch darf ich nicht mit Stillschweigen übergehen, dafs die Hrn. Sell und Blanchet (dies. Annal. Bd. XXIX S. 134) und Hermann in Moskau (dies. Ann. Bd. XVIII S. 386) ähnliche Resultate erhalten hatten. Es bleibt mir nur noch übrig zwei Einwendungen zu begegnen: Ein Mal, woher der Verlust? zweitens aber, dafs ich nicht reine bestimmte Verbindungen der Analyse unterwarf.

Was den Verlust zuförderst anlangt, so pflegt man

bei Analysen organischer Körper den Sauerstoff nur als Verlustt zu erhalten. Da ich aber dem Gegenstande nicht vorgreifen wollte, so habe ich den von mir erhaltenen Verlust als Verlust angeführt, und erkläre erst jetzt nachdem ich mich durch Versuche davon überzeugt habe, dafs er in Sauerstoff bestand. Das Nähere wird man im Verlaufe dieser Untersuchung finden.

Was die zweite Einwendung anlangt, so wird man hoffentlich aus dieser Arbeit sehen, dafs die Elementar-Analysen *der einzige Weg waren*, der mich dem Ziele näher bringen konnte. Es liegt darin etwas Unwissenschaftliches, ein Hülfsmittel aus vorgefafster Meinung zu vernachlässigen. Man sollte sich nicht fürchten in schwierigen Fällen einige Analysen zu machen, selbst wenn man sich hernach genöthigt sehen sollte deren Resultate als unbrauchbar wegzusetzen, wohl hüte man sich aber daraus mehr zu schliefsen, als mit Strenge aus ihnen gefolgert werden kann.

In meinem ersten Aufsatze, wo ich das Steinöl abhandelte, hatte ich, von der chemischen Aehnlichkeit desselben mit dem Eupion geleitet, immer dahin gestrebt, zu zeigen, dafs sie im Princip identisch seyen, und nur als ich auf künstlichem Wege, anstatt Eupion, Steinöl dargestellt hatte, welches dem natürlichen sowohl an physikalischen als auch an chemischen Eigenschaften und der Zusammensetzung ganz gleich war, nur dann überzeugte ich mich, dafs Steinöl oder Naphta und Eupion verschieden sind, da sie so verschiedene Siedpunkte besitzen. Es stellte sich also ganz von selbst die Aufgabe, das gegenseitige Verhältnifs beider näher zu untersuchen, und dazu mufste Eupion bereitet werden. Im Verlauf der Arbeit stiefs ich auf Gegenstände, die zuerst aufgeklärt werden mufsten, und diefs soll in vorliegender Abhandlung geschehen.

Um Oeltheer zu gewinnen nahm ich das bei uns gebräuchliche Lampenöl (gereinigtes Hanföl). Zuerst ver-

suchte ich es aus einer Blase zu destilliren, stand aber bald davon ab und bediente mich mit viel Bequemlichkeit folgenden Apparates. Er besteht aus einem Flintenlauf, der in einem Ofen, wie man ihn zu Analysen organischer Körper gebraucht, angebracht ist. Sein vorderes Ende ist etwas gebogen, um in die obere Mündung der Schlangenröhre eines Kühlfasses befestigt zu werden. Das hintere Ende wird mit einem Korkpfropfen verstopft; von oben ist aber ein Loch ausgebohrt, in welches ein Kork mit einem gebogenen Trichter eingesetzt wird. Nachdem der Flintenlauf durch Kohle erhitzt worden ist, läfst man das Oel aus einer Flasche, welche mit einer Mariotteschen Röhre versehen ist, langsam in den Trichter fliefsen. Dadurch wird also der Flintenlauf ganz gleichmäfsig mit Oel gespeist, und man hat es ganz in seiner Gewalt, die Destillation schneller oder langsamer zu leiten. Das untere Ende des Kühlrohrs ist mit einer Wulfeschen Flasche verbunden, diese mit einer zweiten, von der endlich ein Rohr nahe an den Ofen, der zum Erhitzen dient, geführt wird, und dort mit einem Gasbrenner endigt. Die Verbindungen der Vorlagen müssen alle sorgfältig gemacht seyn, damit nirgends anders Gas als durch den Brenner entweichen kann. Während des ganzen Verlaufes der Destillation entweicht brennbares Gas, welches, am Ende angezündet, bei Abwesenheit alles andern Lichtes, den Arbeitsraum hinlänglich erhellt. — Es folgt aber diesem Gase eine höchst unerträgliche Gasart, welche, wenn sie nicht verbrennt, die Augen heftig zu Thränen reizt. Es ist Lampensäure, die sich während des ganzen Verlaufs in reichlicher Menge erzeugt, und wovon, ihrer Flüchtigkeit wegen, nur ein Theil mit den flüssigen Producten in der Vorlage condensirt wird. — Man destillirt auf diese Weise leicht 80 Unzen Oel in einem Tage. Am folgenden Tage mufs der Flintenlauf von abgesetzter Kohle gereinigt werden, weil er sonst leicht nach 2 bis 3 Tagen von derselben verstopft würde.

Bei diesem Verfahren sammelt sich das abgekühlte Destillat in der ersten Vorlage an. In die zweite Vorlage oder Wulfesche Flasche, durch welche das entweichende Gas streichen mufste, hatte ich eine Auflösung von ätzendem Kali vorgeschlagen. Der Versuch hatte kaum etliche Stunden gedauert, als die Kaliauflösung schon ganz gelb und trübe geworden war. Es bildete sich bald ein braungelber Niederschlag, der alle Eigenschaften des von Liebig, unter dem Namen Aldehydharz beschriebenen Stoffes besafs. Wenn man es versucht, statt ätzenden Kali, eine gesättigte Auflösung von Ammoniak vorzuschlagen, so wird es auch trübe, und es bildet sich darin ein weifser Niederschlag, der sich auch in allen Glasleitungsröhren absetzt, wo nur Ammoniakdämpfe mit den entweichenden Gasen in Berührung kommen.

Ob zwar nun die weifse Verbindung mir, nach einigen damit angestellten Versuchen, ganz und gar die Eigenschaften des Aldehyd-Ammoniaks zu besitzen schien, sie, so wie dieses, von der Luft gelb ward, und eben denselben Geruch verbreitete, was ich an einer kleinen Portion Aldehyd-Ammoniak, welches ich der Gefälligkeit des Hrn. Dr. Fritzsche verdankte, prüfen konnte, so konnte ich doch nicht umhin, die Sache noch besonders zu untersuchen. Ich schlug nämlich, statt Kalilauge und Ammoniak, Aether vor, und sättigte ihn hierauf mit trocknem Ammoniakgas, wobei die ganze Flüssigkeit zu einem Brei gestand. — Es hatte sich darin Aldehyd-Ammoniak gebildet, was auch die Probe mit salpetersaurem Silber bestätigte. — Ich werde nicht ermangeln in einer besondern Arbeit zu untersuchen, ob der von mir unter dem Namen Lampensäure bezeichnete Stoff mit Aldehydsäure identisch sey oder nicht. Dieses Mal wollen wir uns mit dem flüssigen Destillate beschäftigen. Das von mir gebrauchte Oel hatte ein spec. Gew. von 0,96, das

erhaltene Destillat hatte im Mittel 0,93. Als eine hinreichende Portion davon gesammelt war, so wurde es aus einer kupfernen Blase, deren Deckel vollkommen luftdicht schlofs, und also gar nicht verklebt zu werden brauchte, destillirt. Ein Thermometer, welches durch den Deckel in die Flüssigkeit tauchte, erlaubte während des ganzen Vorganges die Temperatur zu beobachten. Das Uebergehende wurde durch das nämliche Kühlfafs, wie zuvor, geleitet, die Abkühlung selbst aber immer sorgfältig durch Eis unterhalten. Die Flüssigkeit, die in die Blase gegossen wurde, hatte einen unerträglichen Geruch nach Lampensäure; sie fing bei 75° C. zu kochen an, dieser Kochpunkt stieg aber sehr bald auf 140° C. Was bis zu dieser Temperatur übergegangen war, hob ich für sich auf. Es war aber so flüchtig, ergriff so heftig die Augen und die Respirationsorgane, dafs man den Gedanken aufgeben mufste, eine länger fortdauernde Arbeit in diesem Zustande vorzunehmen. In der That ist die Wirkung, welche es auf die Augen ausübt, so heftig, dafs es bei Jedermann augenblicklich ein heftiges Thränen-Ausströmen bewirkte. Als ich aber suchte die Flüssigkeit mit ätzendem Kali zu sättigen, so erhitzte sie sich bis zum Kochen, der Kork wurde aus der Flasche mit Heftigkeit herausgeschleudert und es verdampfte schnell eine bedeutende Portion derselben. Diese Erfahrung belehrte mich also, dafs ich die Producte nicht so früh fractioniren müsse; ich trieb daher später die Destillation bis 200° C., hob alsdann die übergegangene Flüssigkeit ab. Sie bestand aus zwei Schichten: die untere abgelagerte, aus Wasser, Essigsäure, Lampensäure etc. Sie wurde durch einen Scheidetrichter abgesondert, aber nicht weiter untersucht. Die obere Flüssigkeit wurde nun unter künstlicher Abkühlung mit ätzendem Kali gesättigt. Die Lauge benahm ihr den durchdringenden Geruch und färbte sich dabei gelblich; die so gereinigte Flüssigkeit wurde

nun mit Wasser destillirt. Die erste Portion, welche bis 75° C. überging, zeigte ein spec. Gew. von 0,711, sie war fast ganz farblos.

Zur weiteren Reinigung standen mir zwei Wege offen; ich konnte die Flüssigkeit mit Schwefelsäure behandeln, wie es Reichenbach gethan hat, oder sie blofs wiederholten Destillationen unterwerfen. Ich versuchte sie beide, wurde aber bald gewahr, dafs ich mit der Behandlung mit Schwefelsäure nicht weit kommen würde; der Kochpunkt der Flüssigkeit wurde durch die Schwefelsäure eben nicht herabgebracht, das Gemenge erhitzte sich stark, bräunte sich, es trat eine Zersetzung ein, kurz alle Erscheinungen, welche Reichenbach einem starken Gehalt an Essiggeist zuschreibt.

Ich schüttelte daher meine Flüssigkeit mit mehrmals erneuerten Quantitäten Wassers, sie erlitt aber keinen bemerkbaren Abgang, erhitzte sich mit Schwefelsäure nach wie vor, und selbst Destillationen über Wasser vermochten nicht ihre Eigenschaften zu ändern. Da wurde es mir dann klar, dafs hier das Bräunen nicht von Essiggeist herrühren könne. Als Reichenbach den Essiggeist in den Producten der trocknen Destillation aufsuchte (Schweigger-Seidel's Jahrbuch, Bd. LXIX oder Jahrgang 1833, S. 177), so trennte er ihn durch Schütteln mit Wasser von Eupion. Nachdem er dessen Verhalten gegen Schwefelsäure geprüft, und S. 184 seine Ansicht mitgetheilt, dafs der Essiggeist nicht blofs aus der Zersetzung der Essigsalze hervorgeht, sondern ein Product der trocknen Destillation aller organischen Körper sey, unterstützte er seine Meinung durch folgende Worte: »In der That habe ich, als ich diese Untersuchung auf andere Theere ausdehnte, den Mesit auch im Steinkohlentheere, und in besonders reichlicher Menge im Thiertheere vorgefunden. Um sich davon zu überzeugen, darf man letzteren nur aus dem Wasserbade destilliren und die öligen Vorläufe mit starker Schwefelsäure mischen; wäh-

während sich nun der eine Mischungstheil, das Eupion, abscheidet, geräth der andere, der Mesit, in heftige Erhitzung, Bräunung und gewöhnlich in's Kochen.« — Es springt nun in die Augen, dafs in der citirten Argumentation ein logischer Schnitzer enthalten ist; denn, weil Mesit sich mit Schwefelsäure bräunt und erhitzt, folgt noch nicht, dafs alles, was sich mit Schwefelsäure bräunt und erhitzt, Mesit sey. Es ist nicht zu verkennen, wie sehr diese Umkehrung eines *allgemein bejahenden Satzes* und die daraus entsprungene falsche Meinung Reichenbach in allen seinen späteren Forschungen hinderlich gewesen ist. Im Vorbeigehen mag nun hier auch erwähnt werden, dafs wenn Reichenbach es für gut befunden hat, den alten Namen Essiggeist mit dem von Mesit zu vertauschen, er diesen neuen Namen noch durch gar nichts gerechtfertigt hat, sondern nur einen neuen Schnitzer begeht, wenn er, wie S. 186, sagt: »Wenn aber ein Stoff *mit Essig gar nichts gemein hat*, sondern derselbe ein allgemeines Product der trocknen Destillation überhaupt ist, das sich in allen Umständen und aus allen organischen Materien erzeugt etc.« Es scheint doch, dafs Hr. Reichenbach es erst durch Versuche hätte darthun müssen, dafs der Essiggeist mit dem Essig gar nichts gemein hatte, da doch Essig hier vorhanden und dessen Zersetzung nicht unmöglich war, der Essiggeist also nur ein secundäres Product seyn konnte.

Da ich nun eingesehen hatte, dafs ich wahrscheinlich mit etwas anderem als mit Essiggeist zu thun hatte, und der Versuch mich bald lehrte, dafs ich durch Schwefelsäure eine grofse Menge meines öligen Destillates zersetzen, dabei aber nur sehr wenig Eupion gewinnen würde, so entschlofs ich mich, den Weg der fortgesetzten Destillation fortzugehen, die Producte aber von Zeit zu Zeit zu analysiren, um Winke über die Veränderungen, die sie in ihrer Zusammensetzung erlitten, zu bekommen.

Ich schüttelte daher die Flüssigkeit mit einer Auflö-

sung von ätzendem Kali, bis es keine Spur mehr von Bräunung zeigte, und destillirte es dann aus dem Wasserbade. Die Vorlage wurde sorgfältig mit Eis und Salz abgekühlt, und der Antheil des Destillates, der bis 45° C. überging, für sich aufgehoben. Ich mufs hier ausdrücklich bemerken, dafs die Destillation unter vollständigem Kochen der Flüssigkeit betrieben wurde, so dafs also das Destillat nicht etwa als Product einer langsamen Verdunstung zu betrachten war, sondern in der That sein Kochpunkt unter +45° liegen mufste. Die so erhaltene Flüssigkeit hatte einen besonderen Geruch, der, ob zwar nicht mir, aber doch vielen anderen Personen unangenehm vorkam. Ihr spec. Gew. fand ich mit dem Aräometer bei +20° C. =0,648. Ich gebe diese Zahl indessen nicht für ganz genau aus, weil die Bestimmung des spec. Gew. einer so flüchtigen Flüssigkeit, zumal wenn sie sich durch die Wärme stark ausgedehnt, besondere Vorsicht erfordert, die ich nicht an einer Flüssigkeit von noch unbeständigem Kochpunkt verschwenden wollte.

Der zweite Antheil des Destillates wurde abgehoben als die Siedhitze der Flüssigkeit bis +75° gestiegen war. Der übrige Theil des Destillates, der zwischen 75° und 100° C. überging, wurde für sich aufgehoben; es ist wohl zu bemerken, dafs, als die Destillation ganz abgebrochen wurde, in der Retorte noch ein Rückstand geblieben war, dessen Kochpunkt über 100° C. sich befand. Bei diesen Destillationen hatte ich Gelegenheit die interessante Beobachtung zu machen, dafs die drei Destillate, den Rückstand in der Retorte nicht mit gerechnet, mehr Raum einnahmen, als die ursprüngliche Flüssigkeit. — Es hatten also durch diese Absonderung die Theile der Flüssigkeit sich gleichsam von einander entfernt. — Diefs brachte mich auf die Vermuthung, dafs vielleicht das Kochen an sich den Aggregatzustand dieser Flüssigkeit ohne Umwandlung in der Zusammensetzung verändere, und dafs vielleicht darin der Grund liege, dafs man

noch nie einen beständigen Kochpunkt bei öligen Producten der trocknen Destillation gefunden habe. Um diese Vermuthung zu prüfen, schlofs ich einen Antheil der leichteren Flüssigkeit in eine U-förmig gekrümmte Röhre. Der eine Schenkel wurde von einer bedeutenden Länge genommen, in den kurzen wurde ein Thermometer eingeschmolzen, dann die Flüssigkeit eingefüllt, die ganze Röhre luftleer gepumpt und dann hermetisch zugeschmolzen. Indem nun das untere Ende in warmes Wasser gestellt wurde, wodurch die Flüssigkeit in's Kochen gerieth, so wurde der obere Theil durch Eis sorgfältig abgekühlt, so dafs die condensirte Flüssigkeit immer wieder zurückströmte. Der Apparat wurde zwei Stunden im Kochen erhalten, ohne dafs ich eine Veränderung im Kochpunkt mit Gewifsheit bemerken konnte. Es war also sicher, dafs der veränderliche Kochpunkt nur von dem gemengten Zustande der Flüssigkeit abhing.

Nun mufste ich wünschen über die Zusammensetzung der erhaltenen Flüssigkeit Auskunft zu erhalten. Ich untersuchte zuerst den minder flüchtigen Antheil, der bei +45° C. zu sieden anfing, und zerlegte eine unbestimmte Menge, um über das Verhältnifs des Kohlenstoffs und Wasserstoffs Auskunft zu erhalten.

Der Versuch gab:

$$\dot{C} = 1{,}403 \text{ oder } C = 0{,}38794$$
$$\dot{H} = 0{,}548 \text{ oder } H = 0{,}06087.$$

Das ist in 100 Theilen:

| | | Atome. | Berechnet. |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 86,43 | 1 | 85,96 |
| Wasserstoff | 13,57 | 2 | 14,04 |
| | 100,00. | | |

Es läfst also dieser Versuch kein anderes Verhältnifs der Atome vermuthen als 1 : 2. Der kleine Ueberschufs an Kohlenstoff mufste aber die Frage veranlassen,

ob die von mir erhaltene Flüssigkeit nicht etwas Benzin enthielt, welches, ob zwar sein Kochpunkt bei 86° liegt, doch sehr gut sich hätte darin finden können. Ich setzte meine Flüssigkeit einer künstlichen Kälte von —20° aus, wobei sich aber nichts ausschied. Auch habe ich im verflossenen Winter, wo die Kälte bei uns so strenge war, hinreichend Gelegenheit gehabt, ihre Einwirkung zu versuchen, aber stets ohne dafs sich irgend etwas abgesetzt hatte.

Nun unterwarf ich die Flüssigkeit einer quantitativen Analyse. Von 0,592 wurde erhalten an Kohlensäure 1,831, an Wasser 0,712; dieſs giebt aber in 100 Th.:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 85,51 |
| Wasserstoff | 13,55 |
| | 99,06. |

Nimmt man nun den Kohlenstoff und Wasserstoff zusammen in 100, so hat man, wie das erste Mal, in 100 Theilen:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 86,48 |
| Wasserstoff | 13,52. |

Ich legte jetzt Natrium-Metall in die Flüssigkeit, und wurde bald gewahr, dafs die Oberfläche des Metalls braun wurde. Die Flüssigkeit wurde also so lange mit Natrium geschüttelt, bis das Metall ganz blank blieb, über Natrium dann abdestillirt, ohne dafs dieses anlief, und dann von Neuem der Analyse unterworfen.

III. Ich erhielt von 0,428 Flüssigkeit: 1,34 Kohlensäure und

0,521 Wasser

oder in 100 Theilen:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 86,57 |
| Wasserstoff | 13,60 |
| | 100,17. |

Es kann also diese Flüssigkeit keine andere Zusam-

mensetzung haben als die des ölbildenden Gases, und es lieferte dieser Versuch den *factischen Beweis*, dafs das Erwärmen der Flüssigkeit, wenn man sie mit Schwefelsäure behandelt, einen Gehalt an Essiggeist nicht nothwendig bedingt, denn, indem der Stoff, von dem gegenwärtig die Rede ist, keinen Sauerstoff enthielt, also auch keinen Essiggeist, so konnte er dennoch nicht mit Schwefelsäure zusammengebracht werden, ohne sich stark zu erhitzen. Die Flüssigkeit war, wie ich schon oben angeführt habe, eine gemengte, ein Mal weil sie keinen beständigen Kochpunkt hatte, und zweitens weil sie, mit Schwefelsäure langsam und unter künstlicher Abkühlung gemischt, eine tief carmoisinrothe Verbindung lieferte, über welche sich eine ganz farblose Flüssigkeit lagerte. Die Ausbeute an dieser letzteren war nur gering, und selbst nach zwei Monaten hatte sie nur unbedeutend zugenommen. Abwechselnd mit Kalilauge und Schwefelsäure geschüttelt, nahm sie einen angenehmen moschusartigen Geruch an. Ich habe einen Versuch zur Bestimmung ihrer Zusammensetzung gemacht, der mir aber nicht geglückt ist.

0,425 Grm. liefert. 1,3 Kohlensäure u. 0,555 Wasser
0,407 - - 1,235 - - 0,550 -

Dieſs giebt in 100 Theilen:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 84,76 | 83,93 |
| Wasserstoff | 14,50 | 14,75 |
| | 99,26 | 98,68. |

Da beide Versuche mit derselben Flüssigkeit angestellt worden sind, so müfste man mehr Uebereinstimmung verlangen; ich glaube in der That, dafs der Kohlenstoff in beiden zu klein ausgefallen ist, und dafs der sehr gemengte Zustand der Flüssigkeit daran Schuld ist; indem sie anfangs bei 60° schon in vollem Sieden war, der letzte Antheil aber volle Glühhitze verlangte, um aus der Kugel ausgetrieben zu werden. In der That konnte

es auch nicht anders seyn, als dafs ich hier eine sehr gemengte Flüssigkeit bekommen mufste.

Was nun die leichteste von mir erhaltene Flüssigkeit anlangt, so habe ich sie auch einigen analytischen Versuchen unterworfen. Als die Flüssigkeit noch ein Mal mit Kalilauge geschüttelt worden war und dann in einem ganz verschlossenen Apparat bei gelinder Wärme abgezogen wurde, so war sie so flüchtig, dafs sie bei dem Oeffnen des Apparates in Kochen gerieth. Nachdem das Kochen etwas nachgelassen hatte, so war sie doch noch so flüchtig, dafs sie nicht mit der Hand gehalten werden konnte, ohne in's Sieden zu gerathen. Ich erhielt bei der Analyse folgende Resultate:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0,589 | Grm. | gab. | 1,619 | Kohlensäure | u. 0,656 | Wasser |
| II. | 0,4125 | - | - | 1,225 | - | - 0,500 | - |
| III. | 0,4475 | - | - | 1,33 | - | - 0,542 | - |
| IV. | 0,661 | - | - | 2,016 | - | - 0,796 | - |
| V. | 0,498 | - | - | 1,536 | - | - 0,614 | - |

Dieſs giebt in 100 Theilen:

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 83,05 | 82,06 | 82,17 | 84,33 | 85,28 |
| Wasserstoff | 13,52 | 13,46 | 13,45 | 13,38 | 13,69 |
| | 96,57 | 95,52 | 95,62 | 97,71 | 98,97. |

Nimmt man nun in jedem Versuch die Summen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs =100, so erhält man folgende Zahlen für das Verhältnifs beider Bestandtheile:

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 86,00 | 85,90 | 85,93 | 86,30 | 86,16 |
| Wasserstoff | 13,99 | 14,08 | 14,06 | 13,69 | 13,83 |
| | 99,99 | 99,98 | 99,99 | 99,99 | 99,99. |

Es ist also hier ganz genau das Verhältnifs der Atome wieder wie 1 : 2. Die Flüssigkeit, welche ich der Analyse unterworfen hatte, veränderte die Kaliauflösung nicht, und konnte auch über Natrium-Metall abge-

zogen werden, ohne es zu verändern. Sie enthielt also höchst wahrscheinlich keinen Sauerstoff, ist aber auf jeden Fall zu flüchtig, um keinen Verlust bei der Analyse zu geben; den flüchtigsten Antheil aber erst abdestilliren zu lassen und blofs den Rückstand zu analysiren, hätte offenbar keinen Zweck gehabt. — Dafs die Flüssigkeit aber keinen Sauerstoff enthielt, glaube ich auch daraus schliefsen zu können, dafs wenn man sie einige Zeit in einer nicht vollkommen verschlossenen Flasche mit Kalilauge stehen liefs, sie die Lauge bald braun färbte, und sich dann ein Stoff absetzte, welchen ich für Aldehydharz zu halten allen Grund habe. — Als ich dieses bemerkte, so liefs ich einen Antheil von dieser leichten Flüssigkeit über Quecksilber mit reinem Sauerstoffgase in Berührung treten. Die Absorption fing am zweiten Tage schon an bedeutend zu werden, und nahm dann sehr bald so zu, dafs die Glocke mit Sauerstoff von Neuem gefüllt werden mufste. Als ich nun diese zum Theil oxydirte Flüssigkeit mit Kalilauge behandelte, so schieden sich reichlich Flocken von Aldehydharz ab. Es verdient also die Frage ganz besonders untersucht zu werden, ob durch Oxydation des von mir untersuchten flüssigen Kohlenwasserstoffs sich wirklich Aldehyd bilden, oder ob das Aldehydharz sich hier auch auf anderen Wegen bilden konnte. Diese Frage verdient um so mehr Berücksichtigung, als hier, glaube ich, das erste Beispiel der directen Oxydation eines Kohlenwasserstoffs geliefert wird. Auch die weniger flüchtige Flüssigkeit, welche ohne Verlust analysirt werden konnte, gab ganz das nämliche Resultat. In Beziehung auf die leichteste Flüssigkeit mufs ich hier bemerken, dafs sie, mit Schwefelsäure gemischt, selbst nach zwei Monaten keine Spur eines ungebundenen Kohlenwasserstoffs an der Oberfläche abschied. — Auch theilte diese Flüssigkeit, welche mit Faraday's leichter Flüssigkeit beinahe zusammenfällt, die Eigenschaft, die Faraday an ihr bemerkt, dafs sie bei raschem Verdam-

pfen am Ende einer Glasröhre einen krystallinischen Anflug bildet, der aber später selbst rasch verschwindet.

Es folgt also aus diesem Versuch, dafs der gröfste Theil des von mir untersuchten Kohlenwasserstoffs mit Schwefelsäure verbunden war, und man sieht wohl, dafs auch das, was sich mit dieser Säure nicht verbunden hatte, eben kein anderes Verhältnifs mit Wahrscheinlichkeit zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff erwarten läfst als 1 : 2.

Die Producte der trocknen Destillation liefern also eine grofse Mannigfaltigkeit von Verbindungen, die alle in diesem Verhältnifs des Kohlenwasserstoffs zum Wasserstoff sind. Sie zerfallen aber sämmtlich in zwei Reihen, die sich dadurch wesentlich von einander unterscheiden, dafs die Verbindungen der einen Reihe zur Schwefelsäure gar keine Verwandtschaft zeigt, während die andere begierig sich damit verbindet. Ich nenne die erste Reihe die *passive Reihe*, die zweite die *active Reihe*. Zur passiven Reihe gehören unter den jetzt schon bekannten Verbindungen das *Paraffin*, das *Steinöl*, in seinem verschiedenen Grade der Dichtigkeit, wahrscheinlich das *Eupion*, und endlich das *ölbildende Gas*. Zur zweiten Reihe gehören vorläufig noch wenige Verbindungen, als die von mir eben untersuchte Flüssigkeit und Faraday's gasförmiger Kohlenwasserstoff ($C^2H^2$). Wenn die Glieder dieser Reihe mit Schwefelsäure verbunden werden, so geben sie dann mit Kali besondere Doppelsalze. (Es wäre also möglich, dafs Reichenbach's Kapnomor in diese Reihe gehörte.) Wenn aber die beiden hier unterschiedenen Reihen unter sich isomerisch sind, so kann man auch mit Bestimmtheit behaupten, dafs in jeder Reihe die einzelnen Verbindungen sich zu einander wie *polymerische* Verbindungen verhalten, und darin liegt eben der Grund, warum die flüssigen Glieder (der passiven Reihe z. B.) mit den gegenwärtigen Mitteln nicht haben geschieden werden können. Es ist

klar, warum nur die beiden äufsersten Glieder, das ölbildende Gas und das Paraffin, haben isolirt werden können; das eine seines gasförmigen Zustandes wegen, das andere aber weil es fest ist und leicht krystallisirt, dadurch eben leicht abgesondert werden konnte. Wenn man also im vorliegenden Falle nicht eher an die Elementaranalyse hätte gehen wollen, als bis man Flüssigkeiten von beständigem Kochpunkt gehabt hätte, so würde man vielleicht noch lange im Finstern getappt und immer neue Namen creirt haben, ohne die Wahrheit auch im Entferntesten ansichtig zu werden.

Wenn ich nun im Obigen zwei verschiedene Reihen von Kohlenwasserstoff-Verbindungen unterschieden habe, so ist es etwas, was mit andern Thatsachen im Einklange steht. Die Veränderungen, welche viele unorganische Stoffe erleiden, indem sie aus dem für Säuren auflöslichen Zustand in einen nicht auflöslichen übergehen und umgekehrt, sind dem hieraus sich darbietenden Falle ganz analog.

Die beiden Zustände des Phosphorwasserstoffgases sind in einem Betracht dem hier von dem Kohlenwasserstoff Gesagten ganz analog. Das eine Gas verhält sich activ zum Sauerstoff, während das andere sich dagegen als passiv verhält. — Es ist aber nothwendig im vorliegenden Falle die Frage aufzuwerfen: Was bedingt denn diese beiden verschiedenen Zustände des Kohlenwasserstoffs? — Da eine so wesentliche Frage nur durch Versuche beantwortet werden konnte, so hoffe ich, dafs folgende Thatsachen zur Lösung derselben beitragen werden. Indem ich das Oel auf oben angegebene Weise durch einen erhitzten Flintenlauf streichen liefs, untersuchte ich, ziemlich im Anfange der Operation, die erhaltene Flüssigkeit. Eine Portion davon wurde erst mit Wasser geschüttelt, dann in einer Glasretorte destillirt; die ersten Vorläufe für sich aufgehoben, und erst mit Kalilauge, dann aber mit Schwefelsäure behandelt. Es

ergab sich dabei, dafs sich die Flüssigkeit mit Schwefelsäure *nur wenig erhitzte.* Nun wurde mit der Zersetzung des Oeles fortgefahren, und aus dem rohen Oeltheere, wie S. 386 angegeben, die verschiedenen Antheile von leichter farbloser Flüssigkeit erhalten. — Diese verschiedenen Antheile verhielten sich aber ganz anders gegen Schwefelsäure, indem sie sich damit erhitzten, — die leichteste am stärksten; es schied sich aus ihr auch kein passiver Kohlenwasserstoff. Der weniger leichte Antheil aber, der zwischen +45° und +75° übergegangen war, sonderte auch nun einen nicht unbedeutenden Antheil von passivem Kohlenwasserstoff aus [1]), was mit dem vorigen Versuche nun ganz und gar nicht stimmte. Bei der von mir gebrauchten Zersetzungsweise des Oeles war es aber nicht denkbar, dafs der Fortgang der Operation einen Unterschied hätte bewirken können, indem vom Anfang bis zu Ende immer frisches Oel zersetzt wurde. Der Unterschied im Resultate konnte also nur von der Temperatur abhängen, und in der That glaubte ich bemerkt zu haben, dafs im Anfange die Hitze weniger grofs gehalten war als zu den späteren Zeiten der Operation. Um mir darüber Gewifsheit zu verschaffen, liefs ich mir ein Rohr aus dünnem Messing machen, legte es auf eine eiserne Rinne, wie sie dazu gebraucht wird, um bei den Analysen organischer Körper das Glasrohr darauf zu legen, und erhitzte nun das Ganze mit Spirituslampen, die ich mir eigens zu dem Zwecke, so wie auch in der Absicht hatte verfertigen lassen, um bei den häufig zu wiederholenden Analysen das Kohlenfeuer entbehren zu können. Da diese Lampen ganz nach dem Princip der gewöhnlichen Spirituslampen mit doppeltem Zuge gebaut sind, so kann man damit die Hitze ganz nach Belieben reguliren.

Als nun Oel mit diesem Apparat bei bedeutend ge-

1) Natürlicherweise ein Gemenge von fast allen Gliedern der passiven Reihe.

ringerer Hitze zersetzt wurde, so zeigte es sich, dafs wenn man die leichten Vorläufe, nach gehörigen Behandlungen mit Wasser und Kalilauge, zuletzt mit Schwefelsäure mischt, sich diese zwar erwärmt, aber doch einen bedeutenden Antheil einer leichten Flüssigkeit ungebunden an der Oberfläche schwimmen läfst. Diese Flüssigkeit hat schon einen angenehmen kräftigen Blumengeruch, der durch weitere Behandlung mit Schwefelsäure ganz verschwindet. Wir sehen also offenbar, dafs eine gewisse, nicht zu hohe Temperatur die Bildung von passiven Verbindungen veranlafst, während eine höhere Temperatur activen Kohlenwasserstoff erzeugt. Da das Steinöl aber meistens aus passivem Kohlenwasserstoff besteht, so scheint auch daraus zu folgern, dafs die zu dessen Bildung thätige Temperatur eine gewisse Gränze nicht überschritten haben kann. In einer der nächsten mir bevorstehenden Arbeiten werde ich suchen die Anzahl der Grade, denen diese Temperatur entspricht, auszumitteln. In Beziehung auf Steinöl ist aber zu bemerken, dafs es nicht ganz aus passivem Kohlenwasserstoff allein besteht, sondern wahrscheinlich mehr oder weniger von der activen Verbindung eingemengt enthält, und dafs diefs der Grund ist, warum manches Steinöl, wie das von mir untersuchte, welches aus der Purechenskyschen Quelle bei Baku kam, fast ganz und gar nur passiv ist, und schon im natürlichen Zustande, ohne bevor abdestillirt worden zu seyn, mit Schwefelsäure sich nicht erhitzt, und dieser nur einen sehr unbedeutenden Antheil abgiebt, da hingegen anderes Steinöl sich mit Schwefelsäure schon merklich erwärmt; was übrigens, wie sich von selbst versteht, auch anderen Producten, die seine Bildung begleiten, zugeschrieben werden kann.

In meiner Abhandlung über Steinöl habe ich bei der Analyse eines Steinöles stets einen Verlust erhalten, bevor es über Wasser abdestillirt worden ist. Dieser Verlust konnte nur dann auf Rechnung des Sauerstoffs ge-

setzt werden, wenn wirklich bewiesen wurde, dafs das Steinöl solches enthielt; der Beweis war nicht schwer zu liefern. Ich liefs etwas vom erwähnten Steinöl über Quecksilber in ein Glasrohr mit Sauerstoff treten. Nebenbei stellte ich auf gleiche Weise ganz passives Steinöl hin. Dieses letztere hatte noch nach 14 Tagen keine deutliche Absorption von Sauerstoff bewirkt, während in der andern Röhre, wo sich das Steinöl befand, welches zuvor mit Wasser destillirt worden war, bei der Analyse stets einen Verlust gegeben hatte, binnen 8 Tagen mehr als sechs Mal das Volumen des Steinöls an Sauerstoff absorbirt wurde.

Nach dem, was ich oben erwähnt habe, mufste sich mir nothwendig die Frage aufdrängen: ob es nicht möglich sey, den passiven Kohlenwasserstoff durch Hitze in activen zu verwandeln? Diese Möglichkeit ist, wie man sieht, keine nothwendige Bedingung, denn es ist denkbar, dafs, wenn der Kohlenwasserstoff einmal die passive Form angenommen hat, eine erhöhtere Temperatur dann keine weitere Veränderung ausübt, als nur die einzelnen Glieder der passiven Reihe in einander zu verwandeln. Ich liefs durch ein glühendes Rohr von Messing, das mit kleinen Nägeln ganz angefüllt war, langsam ganz passives Steinöl durchfliefsen. Als Schwefelsäure hernach damit geschüttelt wurde, so wurde es ganz braun und nahm einen, wenn auch nicht bedeutenden Theil der Flüssigkeit in sich auf. Auch mufs ich noch bemerken, dafs das Steinöl, nach Einwirkung der Wärme, ganz und gar den Geruch meines flüssigen activen Kohlenwasserstoffs angenommen hatte. Schwefelsäure benahm diesen Geruch ganz; es ist also aller Grund vorhanden, um zu glauben, dafs einzelne Glieder der passiven Reihe durch Hitze in andere Glieder, wenn zwar auch nicht gerade die entsprechenden der activen Reihe, verwandelt werden können.

Schliefslich mufs ich noch bemerken, dafs, wenn es

durch künftige Bemühungen gelungen seyn wird, die verschiedenen Glieder der beiden Reihen zu isoliren, ihnen keine passendere Nomenclatur zu Theil werden kann, als die von Serullas für die Kohlenwasserstoff-Verbindungen vorgeschlagene.

## XIV. *Ueber die chemische Zusammensetzung des Tennantits; von J. Kudernatsch.*

Wir besitzen vom Tennantit zwei Analysen, nach denen er bestehen soll aus:

| | | |
|---|---|---|
| Schwefel | 28,74 | 21,8 |
| Arsenik | 11,84 | 11,5 |
| Kupfer | 45,32 | 48,4 |
| Eisen | 9,26 | 14,2 |
| Kieselerde und Gangart | 5,00 | 5,0 |
| | 100,16 | 100,9. |

Erstere ist von Phillips, letztere von Hemming (s. Berzelius Jahresbericht, übersetzt von Wöhler, Jahrg. XII. S. 171).

Die Resultate beider Analysen differiren nicht unbedeutend von einander, und sind mit der Formel, die Prof. H. Rose für die Fahlerze gegeben, auf keinerlei Art in Uebereinstimmung zu bringen; während doch die äufsere Beschaffenheit des Tennantits, namentlich seine Krystallform, welche dieselbe ist, wie die der Fahlerze, zur Vermuthung berechtiget, dafs auch seine chemische Zusammensetzung jener der Fahlerze analog seyn werde.

Es schien demnach sehr wünschenswerth zu seyn, von diesem übrigens seltenen Minerale eine neue und mit allen jenen Hülfsmitteln ausgeführte Analyse zu be-

sitzen, welche die analytische Chemie auf ihrer gegenwärtigen Stufe von Vollkommenheit darbietet. Hr. Prof. G. Rose hatte die Güte, mir zu diesem Zweck so viel Material von einem Tennantit gefälligst mitzutheilen, als zu einer Analyse erforderlich war. Es waren aufgewachsene, zusammengruppirte, tetraëdrische Krystalle von 1 bis 2 Linien Durchmesser, an denen, sowohl äufserlich, als auch im Bruche, selbst das bewaffnete Auge keine Spur einer fremden Beimengung wahrnehmen konnte. — Die Untersuchung wurde im Privatlaboratorium des Hrn. Prof. H. Rose angestellt.

Die Methode der Zerlegung, deren ich mich bediente, war dieselbe, welche Prof. H. Rose bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die in der Natur vorkommenden nicht oxydirten Verbindungen des Antimons und Arseniks in dies. Ann. Bd. XV S. 456 u. ff., ausführlich beschrieben hat, und welche auf der Anwendung von Chlorgas zur Zersetzung des gepulverten Minerals beruht. Das Chlor schien anfangs nur eine sehr schwache Wirkung auf das Mineralpulver zu haben; denn es erwärmte sich weder, noch veränderte es seine schwarze Farbe. Als indessen nach 12stündigem Durchströmen von Chlor durch den Apparat, die das Mineral enthaltende Glaskugel mit der Flamme einer Spirituslampe erwärmt wurde, war das Mineral schon zum Theil zersetzt; denn es destillirte eine nicht unbedeutende Menge Chlorschwefel und Chlorarsenik in die Flasche über. Diefs Abtreiben mit der Spirituslampe wurde von Zeit zu Zeit wiederholt, und als zuletzt, nach längerer Erhitzung der Kugel, weder Chlorschwefel noch Chlorarsenik, sondern nur Eisenchlorid überging, wurde der Apparat nach dem Erkalten aus einander genommen und zur weiteren Untersuchung geschritten.

Die in der Kugel zurückgebliebenen nicht flüchtigen Chlormetalle wurden in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, wobei sie einen kleinen Rückstand von Berg-

art, meist Quarz mit einer Spur Chlorsilber, hinterliefsen. Nachdem er auf ein kleines Filter gebracht, geglüht und gewogen worden, schmolz ich ihn vor dem Löthrohre mit Soda und silberfreiem Blei zusammen, und trieb den erhaltenen Bleiregulus auf einer kleinen Capelle von Beinasche ebenfalls vor dem Löthrohre ab. Ich erhielt zwar ein deutlich wahrnehmbares, aber nicht wägbares Silberkorn.

Aus der sauren Flüssigkeit wurde das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen, und auf die bekannte Art weiter als Oxyd bestimmt.

Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Verjagung des Schwefelwasserstoffs erwärmt, vom ausgeschiedenen Schwefel durch Filtration getrennt, und hierauf das Eisen durch einen Zusatz von Salpetersäure und längeres Erwärmen der Flüssigkeit wieder zur höchsten Stufe der Oxydation gebracht. Da nach Analogie der Zusammensetzung der Fahlerze Zink verhanden seyn konnte, so wurde die Auflösung vorsichtig mit Aetzammoniak neutralisirt, und hierauf das Eisen durch bernsteinsaures Ammoniak gefällt. Allein die vom bernsteinsauren Eisenoxyd abfiltrirte Flüssigkeit blieb nach einem Zusatz von Schwefelwasserstoff-Ammoniak klar, und setzte selbst nach längerem Stehen und Erwärmen keine Spur von Schwefelzink oder von einem anderen Schwefelmetall ab.

In der Flasche war blofs mit Chlorwasserstoffsäure angesäuertes Wasser vorgeschlagen worden.

Nachdem die Flüssigkeit vom ausgeschiedenen Schwefel getrennt worden, wurde die gebildete Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt, der schwefelsaure Baryt filtrirt und ausgesüfst, und aus der abfiltrirten Flüssigkeit — nachdem sie vorher vom überschüssigen Chlorbaryum durch Schwefelsäure und Filtration des schwefelsauren Baryts befreit worden — das Arsenik durch einen Strom von Schwefelwasserstoffgas gefällt. Das Schwefelarsenik

wurde auf ein gewogenes Filter gebracht, und so lange getrocknet, bis es nicht mehr an Gewicht verlor, worauf man seine Quantität bestimmte. Eine gewogene Menge davon wurde in einem Becherglase mit rauchender Salpetersäure oxydirt, und aus der gefundenen Schwefelmenge die des Arseniks berechnet. Ueber eine andere gewogene Quantität wurde in einer Glaskugel mit zu beiden Seiten angeblasenen Glasröhren, unter Erwärmung, Wasserstoffgas geleitet, und das reducirte Arsenik durch eine Spirituslampe aus der Kugel und Röhre fortgetrieben. Es blieb aber keine wahrnehmbare Spur von Antimon zurück.

Die vom Schwefelarsenik abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Ammoniak neutralisirt und hierauf mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak versetzt. Nach längerem Stehen und mäfsigem Erwärmen hatte sich nur ein geringer Niederschlag von Schwefeleisen abgesetzt, der auf einem Filter gesammelt, geglüht und als Oxyd in Rechnung gebracht wurde.

Das Ergebnifs dieser Untersuchung war:

| | |
|---|---|
| Schwefel | 27,76 |
| Arsenik | 19,10 |
| Kupfer | 48,94 |
| Eisen | 3,57 |
| Silber | Spur |
| Quarz | 0,08 |
| | 99,45. |

Berechnet man die Zusammensetzung eines antimon- und zinkfreien Fahlerzes nach der Formel:

$$\dot{F}e^4\dddot{A}s + 2\dot{C}u^4\dddot{A}s,$$

so erhält man:

Schwe-

| | |
|---|---|
| Schwefel | 28,67 |
| Arsenik | 19,14 |
| Kupfer | 42,97 |
| Eisen | 9,22 |
| | 100,00. |

Vergleicht man das Resultat der Rechnung mit dem der Analyse, so sieht man sogleich, dafs bei letzterem die Menge des Kupfers um eben so viel zu grofs, als die des Eisens zu klein ist, und dafs wahrscheinlich ein Theil Kupfer als Bisulfuret einen Theil des Eisensulfurets ersetzte. Führt man die Berechnung, von dieser Ansicht ausgehend, so gelangt man zu einem sehr befriedigenden Resultate. 19,10 Arsenik erfordern nämlich 12,26 Schwefel, um $\overset{'''}{As}$ zu bilden; da sich nun die Schwefelmenge des Sulfids zu der der Sulfurete verhalten soll wie 3 : 4, so mufs die der letzteren 16,34 betragen. Davon kommen auf das Kupfersulfuret $\frac{2}{3}$, folglich 10,89, und diese erfordern 42,84 Kupfer, um $\overset{'}{Cu}$ zu bilden. Es bleiben also 6,10 Kupfer übrig, welche, um $\overset{'}{Cu}$ zu bilden, 3,10 Schwefel nöthig haben. — 3,57 Eisen entsprechen 2,11 Schwefel, um $\overset{'}{Fe}$ zu geben.

Die Summe des Schwefels vom Kupferbisulfuret und Eisensulfuret beträgt hiernach 5,21, also ganz nahe die Hälfte von der des Kupfersulfurets, mit welcher zusammen sie zu der des arsenigen Sulfids im Verhältnifs von 16,10 : 12,26 oder wie 4 : 3 stehen.

Die gesammte, nach dieser Berechnung erforderliche Schwefelmenge beträgt 28,36, während die gefundene 27,76, folglich um 0,60 zu gering ist.

Die Formel für den Tennantit wäre demnach:

$$\left.\begin{matrix}\overset{'}{Fe}^4 \\ \overset{'}{Cu}^4\end{matrix}\right\} \overset{'''}{As} + 2\,\overset{'}{Cu}^4\,\overset{'''}{As}$$

Bemerkenswerth ist es übrigens, dafs die ganze Menge

des Kupfers im Tennantit, als Sulfuret betrachtet, genau so viel Schwefel enthält als das Schwefelarsenik; der übrige Schwefel reicht gerade hin, um mit dem Eisen Sesquisulfuret zu bilden.

Als Fahlerz ist der Tennantit in mehrfacher Beziehung interessant: er ist das erste Beispiel eines Fahlerzes, das als electro-negatives Metall ausschliefslich nur Arsenik enthält, im Gegensatz zu dem vom Professor H. Rose untersuchten Fahlerze von Zilla bei Clausthal, welches, mit Ausschlufs von Arsenik, nur Antimon enthält; er enthält ferner kein Zink, und zeigt endlich sehr auffallend, dafs die höhere Schwefelungsstufe des Kupfers, Cu, einen Theil Eisensulfuret, Fe, ersetzt, wie es schon Prof. H. Rose bei Gelegenheit seiner Untersuchung über die Fahlerze bemerkt hat.

## XV. *Meteorsteinfall auf ein Schiff.*

In Chladni's Katalogen über die Meteorsteinfälle findet man nur ein einziges Beispiel angeführt, wo ein solcher Fall ein Schiff auf dem Meere traf. Hr. Babinet, dem Hr. Arago diese Bemerkung machte, schickte demselben die folgende Notiz von Hrn. Eyriès. »Olaus Ericson Wilman, ein Schwede, trat 1647 als Freiwilliger in den Dienst der holländisch-ostindischen Compagnie. Er erzählt, dafs als das Schiff mit beigesetzten Segeln auf dem Meere fuhr, eine Kugel, welche *acht Pfund* wog, auf das Verdeck fiel und zwei Menschen tödtete. — Die Erzählung von Wilman findet sich in einer schwedischen Sammlung, die 1674 zu Visingsborg, einer Insel im Wettersee, in einem Quartbande gedruckt wurde (*Compt. rend.* 1836, *No.* 26 *p.* 620) [1]).

1) Der Fall ist offenbar derselbe, welchen Chladni in seinem Werk: »*Ueber Feuermeteore* u. s. w.,« auf S. 79, mit einem Fragezeichen versehen, folgendermafsen aufführt: »Zwischen 1646 und 1654 soll eine acht Pfund schwere Meteormasse auf einem Schiffe im Ost-Indischen Meere zwei Menschen getödtet haben.« — Wünschenswerth wäre es wohl, die Erzählung im Original nachlesen zu können, denn so wie sie hier und oben im Text gegeben ist, hat sie wenig Glaubwürdigkeit, nicht mehr als die ähnliche, welche in dies. Ann. Bd. XVIII S. 317 berichtigt wurde. *P.*

## XVI. *Analyse eines Jamesonits aus Estremadura; vom Grafen F. Schaffgotsch.*

Das Mineral, dessen chemische Zusammensetzung ich auszumitteln versuchte, trägt die Aufschrift: »*Antimoine orifère de Valentia d'Alcantara; province Estremadura,*« und besitzt folgende äufsere Charaktere. Es ist derb, und besteht aus kurz- und dickstängligen, verworren durch einander gewachsenen Zusammensetzungsstücken, welche rechtwinklig gegen die Hauptaxe vollkommen spaltbar, parallel mit der Hauptaxe dagegen nur unvollkommen, jedoch in mehreren Richtungen spaltbar sind, so dafs der Längenbruch der Hauptaxe parallel gestreift erscheint. Aufserdem zeigt das Mineral einen lebhaften Metallglanz, eine dunkel bleigraue Farbe und einen graulichschwarzen Strich. Die Härte fand ich etwas über der des Steinsalzes und das specifische Gewicht =5,616 bei 19° C.

Hr. Prof. H. Rose, welcher mir gütigst gestattet, mich in seinem Privat-Laboratorium in chemischen Untersuchungen zu üben, liefs mich unter seiner unschätzbaren Leitung die Analyse des gedachten Minerals vornehmen.

Die Methode der Zerlegung war dieselbe, welche Hr. Prof. H. Rose im XV. Bd. dies. Annalen, S. 456 f., ausführlich beschrieben hat. — Eine gewogene Menge der fein gepulverten Substanz, 2,858 Grm., wurde in der kugelförmigen Erweiterung eines Glasrohrs der Einwirkung eines gleichmäfsigen Stromes von getrocknetem Chlorgas ausgesetzt und mittelst einer Weingeistlampe schwach erhitzt, so dafs die flüchtigen Chlorverbindungen des Antimons und Schwefels abdestillirten und in einer Glasflasche aufgefangen werden konnten, welche eine Auflösung von etwas Chlorwasserstoffsäure und Weinsäure enthielt.

Nach gänzlicher Verflüchtigung der Chloride wurde der abgesprengte Theil des Glasrohrs, worin sich die rückständigen Chlormetalle befanden, mit heifsem Wasser ausgespült, und die durch Eisenchlorid stark gefärbte Auflösung, nach Hinzufügung von etwas Chlorwasserstoffsäure in einer Porcellanschale fast bis zur Trocknifs abgedampft. Der Rückstand wurde mit Weingeist von 90° Tr. übergossen und das ungelöste Chlorblei auf ein gewogenes Filtrum gebracht. Nach dem Trocknen wog das Chlorblei 1,533 Grm., also das darin enthaltene metallische Blei 1,1424. Die abfiltrirte Flüssigkeit, welche natürlich keine Spur von Chlorblei und, wie ich meinte, überhaupt aufser Eisenchlorid kein Chlormetall mehr enthalten konnte, wurde durch Hinzufügung von Wasser stark milchig, was auf die Anwesenheit von Wismuth zu deuten schien. In der Absicht, dieses Metall mit Schwefelwasserstoff zu fällen, verjagte ich durch anhaltendes Kochen den Alkohol der Flüssigkeit, um das Niedersinken des zu bildenden Schwefelmetalls zu befördern. Ueberschüssig hinzugefügtes Schwefelwasserstoffwasser gab nun in der That einen nicht unbedeutenden Niederschlag von dunkelbrauner Farbe, der, wegen der Gegenwart von Eisenchlorid, ein Gemenge von Schwefelmetall und freiem Schwefel seyn mufste. Ich brachte ihn auf ein gewogenes Filtrum und fand sein Gewicht 0,060 Grm. Das in der abfiltrirten Auflösung nunmehr enthaltene Eisenchlorür wurde durch Erhitzen mit Salpetersäure in Chlorid verwandelt, und das durch Ammoniak gefällte Eisenoxyd geglüht und gewogen. Aus dem Gewichte des Oxydes, 0,1125 Grm., liefs sich mit Genauigkeit das Gewicht des mit dem erwähnten Schwefelmetall gemengten Schwefels ermitteln, da ein Atom Eisenchlorid oder Oxyd nothwendig die Fällung eines Atoms Schwefel bedingt. Das Schwefelmetall dessen wahres Gewicht ich auf diese Art zu 0,037 berechnete, wurde nun qualitativ geprüft. Ein Theil gab durch Reduction vor dem Löthrohr eine Menge weifser Metall-

kügelchen, welche einen gelben Beschlag auf die umliegende Kohle absetzten, ein anderer Theil wurde in kochender Salpetersäure aufgelöst. Aetzkali fällte ein voluminöses, weifses Oxyd, welches auch vom gröfsten Ueberschusse des Fällungsmittels selbst bei anhaltender Kochhitze nicht aufgelöst wurde. Hienach glaubte ich das geprüfte Metall mit Recht für Wismuth halten zu können, und berechnete seine Menge aus der bekannten Zusammensetzung des Schwefelwismuths zu 0,0302 Grm. Die vom Eisenoxyd abfiltrirte, stark ammoniakalische Flüssigkeit gab mit Hydrothionammoniak einen allmälig zunehmenden flockigen Niederschlag von weifser Farbe. Ich brachte ihn auf ein Filtrum und glühte ihn heftig beim Zutritt der Luft, bis sein Gewicht unverändert 0,015 Grm. betrug. Das Löthrohr erwies die erhaltene Substanz als Zinkoxyd; das metallische Zink betrug also 0,012 Grm.

Die als Vorlage gebrauchte Flasche, welche die flüchtigen Chloride aufgenommen hatte, enthielt alles Antimon und den gröfsten Theil des Schwefels in aufgelöster Form, während der übrige Theil des letzteren in erstarrten Tropfen am Boden lag. Ich sonderte dieselben von der Flüssigkeit ab, und fand sie nach gehörigem Trocknen 0,124 Grm. schwer. Der schwefelsaure Baryt, welchen Chlorbaryum aus der sauren Flüssigkeit niederschlug, wog, völlig ausgewaschen und geglüht, 3,633 Grm. Ich digerirte ihn, um eine mögliche Verunreinigung durch weinsauren Baryt zu beseitigen, mit verdünnter Salzsäure, und filtrirte abermals. Die abfliefsenden Tropfen wurden nun durch Schwefelsäure sehr merklich getrübt, und das Gewicht des geglühten Niederschlages war auf 3,614 Grm. herabgesunken. Der darin enthaltene Schwefel wog 0,4986 Grm., also der gesammte Schwefel 0,6226 Grm. Aus der sauren antimonhaltigen Flüssigkeit entfernte ich nun das überschüssig hinzugesetzte Chlorbaryum durch Schwefelsäure und leitete Schwefelwasserstoffgas hindurch. Das gefällte Schwefelantimon wurde auf ein gewogenes Fil-

als Chlorid übergeführt wur
kohlensaurem Natron und fügte Hy
Das gefällte Schwefeleisen gab du
veränderlich 0,037 Grm. Eisenoxy
tität des letzteren betrug hienach (
Grm. metallischem Eisen.

In Procenten gab die angefüh

| | |
|---|---|
| Blei | 39,5 |
| Antimon | 32,6 |
| Schwefel | 21,7 |
| Eisen | 3,6 |
| Wismuth | 1,0 |
| Zink | 0,4 |
| | 99,47 |

Eine zweite Analyse gab mir 2
eine dritte 40,47 Blei und 0,36 Zin
Schwefel, 39,79 Blei und 33,03 Anti
wurde hiebei durch Glühen des koh
das Antimon durch Reduction des
telst Wasserstoff

Antimon 12,204 Theile Schwefel, um $SbS^3$ zu bilden, welche Schwefelmengen sich ungefähr wie 1 : 2 verhalten. Dieses Verhältnifs ist noch genauer nach der vierten Analyse, wo die dem Blei und Antimon entsprechenden Schwefelmengen 6,18 und 12,35 betragen. Da aber im Ganzen 21,785 Proc. Schwefel gefunden wurden, so bleiben davon 3,369 im Ueberschufs, und müssen unter das Zink, Wismuth und Eisen vertheilt werden. Es bedarf aber das Zink 0,210 Schwefel, um Zinkblende, und das Wismuth 0,240 Schwefel, um Wismuthglanz zu bilden, so dafs für das Eisen 2,919 übrig bleiben. Ist das eingemengte Schwefeleisen gewöhnlicher Magnetkies:

$$6FeS + FeS^3,$$

so fordern die 3,627 Eisen 2,458 Schwefel; es giebt aber, nach Stromeyer's Untersuchung, auch ein natürliches Schwefeleisen: $FeS + FeS^3$, und um dieſs zu bilden sind 2,868 Schwefel erforderlich.

Aus allem diesen würde folgen, dafs das untersuchte Mineral nichts anderes als ein mit etwa $8\frac{1}{2}$ Proc. fremden Beimengungen verunreinigter Jamesonit sey, eine Annahme, welche auch mit den physischen Eigenschaften des Minerals vollkommen harmonirt. Aufser Cornwallis, war, wie ich glaube, bisher kein Fundort des Jamesonits bekannt, und nur in sofern schien mir das Resultat meiner Untersuchung der Mittheilung nicht ganz unwerth.

## XVII. *Neue Schwefelkies-Bildung von J. Nöggerath und G. Bischof.*

### I. Mittheilung von J. Nöggerath.

Der Präsident des niederrheinischen landwirthschaftlichen Vereins, Hr. Baron von Carnap auf Bornheim, welcher von dem Fürsten zu Salm-Dyck die Mineralquellen von Roisdorf vor Kurzem in langjährigen Bestand

erhalten hat, und bei denselben bedeutende neue Anlagen vorzunehmen beabsichtigt, hatte die Güte, mir eine Parthie Geschiebe von Schwefelkies-Farbe und Glanz vorzulegen, welche man für ganz aus Schwefelkies bestehend beim raschen Ansehen hätte halten mögen, deren geringere specifische Schwere und sparsam an einigen Exemplaren vorkommende nicht metallisch aussehende Stellen aber befundeten, dafs es gewöhnliche Flufsgeschiebe seyen, welche blofs mit einer sehr zarten, aber fest anliegenden Schwefelkies-Rinde bedeckt waren. Sie waren bei einer der Mineralquellen von Roisdorf gefunden worden. Ich fand in dieser zarten, Vergoldung ähnlichen, Schwefelkies-Bronzirung eine auffallende Aehnlichkeit mit jener auf Kalkstein-Bruchstücken, welche ich viel früher schon aus dem Mineralquellen-Becken von Aachen gesehen hatte, und worüber ich in einer Notiz: Ueber Schwefelkies-Bildung in Mineralwassern, in Schweigger's Journal f. Chemie u. Physik, Bd. XLIX S. 260 f., Nachricht gegeben habe. So fehlte es mir nicht an Aufforderung, das Vorkommen jener Geschiebe mit Schwefelkies-Ueberzug an Ort und Stelle zu untersuchen.

Roisdorf liegt am Fufse der Hügelreihe, das Vorgebirge genannt, welche nicht ganz parallel mit dem Rheinlauf, und zwar nördlich immer mehr divergirend, hinter Bonn vorbei und in die Gegend von Bergheim in der Ebene ausläuft; von Bonn ist Roisdorf $1\frac{1}{2}$ Stunde gegen Westen und von Köln vier Stunden gegen Süden entfernt. Roisdorf hat vorzüglich zwei Mineralquellen, die Trinkquelle und den sogenannten Stahlbrunnen. Ueber deren Verhältnisse so wie über alle Eigenthümlichkeiten der Localität giebt die Schrift von G. Bischof: Die Mineralquellen zu Roisdorf bei Alfter unweit Bonn, physikalisch und chemisch untersucht, Bonn 1826, reichliche Auskunft. Ich will daraus blofs hier den chemischen Bestand der beiden Mineralquellen entnehmen, da die Kennt-

nifs desselben den gegenwärtigen Zweck nahe berührt. 10000 Gew. Th. Wasser enthielten:

| | Trinkquelle. | Stahlbrunnen. |
|---|---|---|
| Kohlensaures Natron | 7,8654 | 1,8089 |
| Schwefelsaures Natron | 4,7822 | 1,5381 |
| Kochsalz | 19,0100 | 5,0325 |
| Phosphorsaures Natron | 0,0658 | eine Spur |
| Kohlensauren Kalk | 2,8212 | 2,8470 |
| Kohlensaure Magnesia | 3,9654 | 1,3409 |
| Kohlensaures Eisenoxydul nebst Spuren von Manganoxyd | 0,0725 | 0,2671 |
| Thonerde | 0,0104 | 0,0508 |
| Kieselsäure | 0,1615 | 0,9202 |
| | 38,7744 | 13,8055. |
| 1 Maafs Wasser hielt freies und halbgebundenes Kohlensäuregas | 1,37 M. | 0,54. |

Unterhalb der Stahlquelle, etwa 40 Fufs davon entfernt, springt noch eine andere, ihrer Wasserspendung nach schwache Mineralquelle, und fliefst, ohne Fassung und ohne irgend benutzt zu werden, frei über die Oberfläche und in dem Abzugsgraben der Stahlquelle ab. Von ihrem Gehalte sagt G. Bischof, a. a. O. S. 80, dafs sie sich gegen Reagentien wie der Stahlbrunnen verhalte; nur scheine der Kalkgehalt etwas beträchtlicher zu seyn. Das letztere dürfte sich auch dadurch bestätigen, dafs sie bei ihrem Abfluſs ganz dünne Schälchen von Kalksinter-Inkrustationen an der Oberfläche absetzt.

In der Nähe dieser Nebenquelle des Stahlbrunnens hat man die Geschiebe mit Schwefelkies-Ueberzug gefunden. Man hatte nämlich eine sehr oberflächliche Nachgrabung dieser Mineralquelle vorgenommen, wobei sich der Fund ergab. Als ich den Punkt besuchte, war die Oeffnung wieder zugeworfen, sie konnte auch nicht gleich wieder geöffnet werden: indefs hatten aufmerksame Aufseher, unter deren Leitung die Arbeit geschehen war,

gröfsere Stücken der Erden, welche man beim Graben angetroffen hatte, für mich aufbewahrt, auch wufsten sie über deren gegenseitiges Verhalten genaue Auskunft zu geben. Wenn ich nun auch der gewissen Meinung bin, dafs ich mehr nicht würde erfahren haben, wenn ich selbst beim Oeffnen der Grube zugegen gewesen wäre, so will ich doch veranlassen, dafs sie noch einmal in meinem Beiseyn ausgeworfen werde. Bis dahin gebe ich indefs das Resultat der erhaltenen Auskünfte, verbunden mit demjenigen, was mich die Autopsie an den Musterstücken lehrte.

Beim Nachgraben der Nebenquelle des Stahlbrunnen fand man von oben nieder zuerst eine lehmartige Erdschicht, ein und einen halben Fufs mächtig; dann dunkeln moorigen Thon mit vielen Resten von zum Theil wenig veränderten Vegetabilien, Holz- und Wurzelstükken, ebenfalls ein und einen halben Fufs mächtig; noch anderthalb Fufs tiefer enthielt dieser Moorboden einzelne Quarz- und Grauwacken-Geschiebe, völlig abgerundet, aber ohne allen Schwefelkies-Ueberzug. Der Moorboden wurde nun sehr sandig und thonig, und umschlofs so, in der Totaltiefe der Grube von sieben Fufs von oben nieder, ziemlich zahlreich dieselben Geschiebe aber meist mit Schwefelkies-Ueberzug, zwischen welchen doch auch noch manche derselben zu finden waren, auf denen erst stellenweise die Anfänge dieses Ueberzugs zu bemerken standen, und selbst noch andere, denen der Ueberzug gänzlich fehlte. Endlich wurde unter diesem sandigen und thonigen Moorboden mit feinen von Schwefelkies überrindeten Geschieben auf der Sohle der Grube eine Grandschicht aus den nämlichen Geschieben bestehend angetroffen, wovon aber nicht ein einziges eine Spur des Schwefelkies-Anfluges zeigte. Die Schichten des ganzen Moorbodens waren nur stellenweise an solchen Punkten ganz mit Wasser erfüllt, wo gerade die Mineralquelle sich durchdrängte, sonst überall mehr blofs angefeuchtet,

als eigentlich durchnäfst. Die mit Schwefelkies überrindeten Geschiebe waren aber, ungefähr in der Tiefe von sieben Fufs der Grube, ziemlich häufig verbreitet, so dafs man bei der engen Oeffnung des unverbauten und daher an den Wänden überall wieder zusammenstürzenden Loches doch in ganz kurzer Zeit einige hundert Exemplare zu gewinnen im Stande gewesen ist. Sie schienen in *einer* Schicht zu liegen, deren seitliche Verbreitungen man nicht weiter untersucht hatte.

Die Geschiebe sind durchschnittlich zwischen Wallnufs- und Haselnufs-Gröfse, doch auch wohl gröfser und kleiner; einige sind von der Gröfse einer Kinderfaust gefunden worden. Mehr als die Hälfte dieser Geschiebe ist um und um von Schwefelkies ganz und sehr fest überrindet, so dafs man die dünne Rinde von den festen Quarzen und Grauwacken gar nicht absprengen kann; nur dann scheint dieses einigermafsen möglich zu seyn, wenn ihre Steinarten weicher sind, wie z. B. bei schieferiger Grauwacke und Thonschiefer. Man kann nicht sagen, dafs die Geschiebe der einen Felsart mehr überrindet wären, wie die einer andern. Aufser Quarz habe ich nur Grauwacken und Thonschiefer, letzteren am sparsamsten, unter den Geschieben angetroffen. Eines derselben, aus faseriger Grauwacke bestehend, hat sogar auf der Oberfläche die Addrücke der Stielglieder von Cyathocrinites pinnatus (Rädersteinen), welche mit deutlicher Beibehaltung ihres Reliefs von dem Schwefelkies-Anflug bekleidet sind. Nicht immer ist aber die Ueberrindung gleich vollkommen, zuweilen haben die Geschiebe nur Anfänge derselben an einzelnen Stellen oder auf einer oder auch ein Paar ihrer Seiten. Es scheint, dafs sie in einem solchen Falle an den Stellen, wo sie nicht überrindet sind, zu fest von der thonigen, moorigen Umgebung eingeschlossen waren, als dafs die Schwefelkies-Bildung sich hätte anlegen können. Die Schwefelkies-Ueberrindung hat die gewöhnlich diesem Mineral zukommende Farbe

mit entsprechendem metallischen Glanze; manche Geschiebe sind aber mehr buntfarbig angelaufen, wie es auch bei anderem Schwefelkies vorkommt. Krystallisirt ist der Schwefelkies auf oder bei diesen Geschieben nirgends gefunden worden.

Ein schönerer Beweis für die neuere und wohl noch stets fortschreitende Bildung von Schwefelkies im Alluvialboden, durch Vermittlung einer Mineralquelle mit Gehalt von Eisen und schwefelsauren Salzen ist wohl nicht zu finden. Wie hier der Proceſs bewirkt werden möchte, wird mein verehrter College und Freund Bischof in einigen nachfolgenden Worten aus einander zu setzen die Güte haben.

Ich muſs aber noch bemerken, daſs gerade bei meiner Anwesenheit in Roisdorf und mit auf meine Anordnung der Schacht der Trinkquelle gründlicher zu reinigen angefangen worden ist, als dieses in mehreren Decennien, vielleicht in ein Paar Jahrhunderten geschehen seyn mag. Der Brunnenschacht ist 13 bis 14 Fuſs tief. Auf der Sohle desselben lagen viele Pferdelasten hineingeworfener Quarzgeschiebe, untermengt mit Krug- und Geschirr-Scherben. Die Quarzgeschiebe waren vorzugsweise besonders diejenigen, welche tief unten lagen, und daher lange Jahre ruhig an ihrer Stelle gelegen haben mochten, mit einer gelblichbraunen Eisenoxydhydrat-Rinde fast eben so fest überzogen, wie die Geschiebe aus der Nebenquelle des Stahlbrunnens mit Schwefelkies. Nirgends war indessen an den Geschieben oder an den Steingutscherben aus der Trinkquelle eine Spur von Schwefelkies-Anflug zu bemerken. Die Ueberzüge von Eisenoxydhydrat auf den Quarzen führten aber auf die Vermuthung, daſs auch die Schwefelkies-Ueberrindung aus jener andern Quelle in der ersten Entstehung ein solcher Anflug von Eisenoxydhydrat gewesen seyn möge, welcher sich später in Schwefelkies verwandelt habe.

Unter den mit am tiefsten im Trinkquellen-Schacht gelegenen Geschieben fanden sich viele Krugscherben,

welche, nach ihren Verzierungen zu urtheilen, wohl nicht dem letzten Jahrhundert angehört haben konnten, und unter diesen ein eiserner, oben etwas hakenförmig umgebogener, etwa 5 Zoll langer, runder, fingerdicker, bolzenartiger Körper. Das Schmiedeeisen desselben hatte ein völlig schwarzes, mattes Ansehen auf der Oberfläche, auch hatte sich an einer Stelle etwas feiner Quarzsand zu einem gelblichgrünen sandsteinartigen Körper damit verbunden. Ob dieses Eisen, welches gewifs länger als ein Jahrhundert in der Quelle gelegen haben mochte, wenigstens auf der Oberfläche nicht eine anfangende Vertiefung erfahren hatte, verdiente näher untersucht zu werden, und deshalb wurde das eiserne Geräthe, von unbekanntem ursprünglichen Zwecke an Bischof übergeben. Das Resultat dieser Untersuchung wird mein College ebenfalls im Nachstehenden mittheilen.

II. Mittheilung von Gustav Bischof.

Das im Vorstehenden beschriebene Vorkommen des Schwefelkieses war mir um so interessanter, da ich schon früherhin ähnliche Beobachtungen über Bildung von Schwefelkies gemacht, ja sogar eine künstliche Bildung dieses Körpers in verschlossenen Sauerwasser-Krügen, welche mit einem Mineralwasser gefüllt waren, das sehr eisenhaltig war und schwefelsaures Natron enthielt, und dem eine Messerspitze voll Zucker beim Einfüllen zugesetzt worden war, hervorgerufen habe[1]). Dafs diese Bildung auf Kosten des schwefelsauren Natrons erfolgte, ergab sich aus dem gänzlichen Verschwinden dieses Salzes während der $3\frac{1}{2}$ Jahre langen Dauer dieses Processes. Ich habe in jenem Aufsatze die mir bekannt gewordenen früheren ähnlichen Erscheinungen zusammengestellt, und den Schlufs gezogen, dafs stets eine Schwefelkies-Bildung statt haben könne, wenn schwefelsaure Salze, Eisenoxyd und organische Substanzen oder Ueberreste aus dem organi-

1) N. Jahresb. d. Chem. u. Phys. IV, S. 377 u. folg. Vergl. auch Bd. VI S. 125 bis 128.

schen Reiche in Wechselwirkung treten. Hieraus habe ich auch das so häufige Vorkommen des Schwefelkieses an Orten, wo solche Verhältnisse mit Bestimmtheit nachgewiesen, oder wenigstens mit grofser Wahrscheinlichkeit vermuthet werden können, wie namentlich in den Stein- und Braunkohlen, zu erklären gesucht. Da man gerne jede Gelegenheit ergreift, um früher geäufserte Ansichten zu bestätigen, oder auch zu widerlegen: so habe ich mit Vergnügen dem Wunsche meines Freundes und Collegen entsprochen, durch einige wenige chemische Untersuchungen der mir vorgelegten Fragmente aus jener Grube weitere Aufklärung zu veranlassen.

Die sandige, thonige, moorige Erdmasse, welche die von Schwefelkies überrindeten Geschiebe älterer Felsarten umschliefst, wurde mit Wasser ausgekocht. Das Wasser reagirte weder sauer noch alkalisch. Chlorbaryum bewirkte darin eine bedeutende Trübung, die durch Salpetersäure nicht verschwand. Salpetersaures Silberoxyd trübte es schwach, die Flüssigkeit färbte sich aber bräunlichgelb. Oxalsaures Ammoniak brachte eine stärkere Trübung hervor. Cyaneisenkalium reagirte nicht. Aus dem mit Wasser ausgelaugten Rückstand zog Salzsäure Eisenoxyd aus.

Die Erdmasse enthielt also schwefelsaure Salze (Gyps und wahrscheinlich schwefelsaures Natron), organische Ueberreste und Eisenoxyd; mithin alle Bedingungen zur Bildung von Schwefelkies. Dafs die Umwandlung des Eisenoxyds in Schwefelkies nicht den aufgelösten Zustand des ersteren voraussetzt, zeigte schon die angeführte Bildung von Schwefelkies in jenem mit Zucker versetzten Mineralwasser. Denn aus demselben scheidet sich schon nach wenigen Tagen nach dem Einfüllen das meiste Eisen als Eisenoxydhydrat aus, und dieses war es, welches sich auf Kosten der, durch Zersetzung der schwefelsauren Salze mittelst des Zuckers gebildeten, Schwefelleber in Schwefelkies umgewandelt hatte. Ohne Zweifel war der Proceſs, wodurch sich Schwefelkies auf jenen Ge-

schieben gebildet hatte, von gleicher Art, und diese Bildung konnte natürlich in der Grandschicht unter dem Moorboden, weil es darin an vegetabilischen Ueberresten fehlte, obgleich das, schwefelsaure Salze haltende, Wasser, das sich von unten nach oben bewegte, vorhanden war, nicht stattfinden.

Die Eisenoxydhydrat-Rinde, womit die Quarzgeschiebe in der Tiefe der Trinkquelle überzogen waren, würden sich ohne Zweifel gleichfalls in Schwefelkies umgewandelt haben, wenn organische Ueberreste vorhanden gewesen wären, welche die noch reichlichere Menge schwefelsaurer Salze in der Trinkquelle hätten zersetzen können. Dafs übrigens diese Zersetzung, wenn auch in einem viel geringeren Grade, dennoch stattfindet, zeigt der nicht unbedeutende Geruch nach Schwefelwasserstoff, welchen man beim Auspumpen der Quelle wahrnimmt, so wie auch das, in dem vorhergehenden Aufsatze erwähnte bolzenartige Eisen. Als nämlich dasselbe in verdünnte Salzsäure gebracht wurde, entwickelte sich Schwefelwasserstoffgas, welches durch den Geruch und durch die Bräunung eines mit Bleizucker getränkten Papiers deutlich zu erkennen war. Eine Bildung von Schwefelkies an metallischem Eisen ist wohl zu bezweifeln; jener gelblichgrüne Ueberzug enthielt eine niedrigere Schwefelungsstufe, wahrscheinlich dreifach Schwefeleisen.

Die Bildung des Schwefelkieses scheint nicht die einzige Bildung von Schwefelmetallen auf nassem Wege in der Natur zu seyn. Das Schwefelzink, womit altes Grubenholz aus einem verlassenen Bergwerk in hiesiger Gegend überzogen gefunden wurde, und wovon wir (Nöggerath und ich) Nachricht gegeben haben [1]), hat sich gewifs auf keine andere Weise gebildet, als dafs eine Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd, womit das Holz in Berührung kam, durch dasselbe nach und nach zersetzt wurde, und so sich Schwefelzink bildete.

1) Neues Jahrb. d. Chem. u. Phys. Bd. V S. 245.

## XVIII. *Temperatur in der Tiefe.*

In einem Bohrloche, welches neuerlich, behufs der Anlegung eines artesischen Brunnens, in einem Schlachthofe (*Cour de l'abbatoir de Grenele*) zu Paris niedergetrieben worden, hat man mittelst eines Maximum-Thermometers folgende Temperaturen beobachtet:

1835 Dec. 20. Tiefe 248 Meter, Temper. +20°,0 C.
1836 Mai 15. - 298 - - +22 ,2 C.

Der Unterschied dieser beiden Beobachtungen giebt eine Wärmezunahme von 1° C. auf 23 Meter. Die letztere Beobachtung allein, verglichen mit 10°,6 C., der mittleren Temperatur an der Erdoberfläche zu Paris, giebt dagegen 1° C. auf 26 Meter. Daraus könnte man schliefsen, dafs die Wärmezunahme desto rascher sey als die Tiefe gröfser ist; indefs, meint Hr. Arago, dürfe man sich diesem Schlufs doch nicht zu rasch hingeben, denn einerseits könnten die Bohrwerkzeuge durch ihre Masse die Temperatur des flüssigen Schlamms (der im Bohrloche befindlich war) abgeändert, und andererseits mufsten sie durch ihren steten Auf- und Niedergang die verschiedenen Schichten des Schlamms mit einander gemischt haben; auch hätten die Stöfse des Instruments den Index des Thermometers leicht etwas verschieben können. Dennoch glaubt Hr. Arago, dafs Paris zu der Hoffnung berechtigt sey, nächstens eine heifse Quelle bei sich erbohrt zu sehen. — In einem andern Bohrloche, in der Kriegsschule zu Paris, hat ein Herr Walferdin mittelst eines von ihm construirten [dem Geothermometer (Ann. Bd. XXII S. 136) von Magnus ganz ähnlichen] Instruments in 173 Meter Tiefe die Temperatur 16°,4 C. beobachtet. Dieſs giebt, die mittlere Bodentemperatur zu 10°,6 C. angenommen, eine Wärmezunahme von 1° C. auf 30 Meter (*Compt. rend.* 1836, *No.* 21 *p.* 501. 514) [1]).

1) Bei dieser Gelegenheit verdient wohl in Erinnerung gebracht zu werden, dafs ein Bohrloch zu Rüdersdorf, vier Meilen von Berlin, in 880 Par. Fufs (285,9 Meter) Tiefe schon die Temperatur 18°,8 R. (23°,5 C.) ergeben hat. Setzt man mit Hrn. v. Humboldt, die mittlere Bodentemperatur zu Berlin gleich 7°,6 R. (9°,5 C.), so hätte man eine Wärmezunahme von 1° R. auf 78,6 Par. F. oder von 1° C. auf 20,4 Meter, falls das im Bohrloch befindliche Wasser, dessen Temperatur beobachtet wurde, nicht aus einer gröfseren Tiefe als die gemessene herstammte. (Ann. Bd. XXVIII S. 233, auch G. Bischof in Bd. XXXV S. 209.)

# XIX. *Ueber die Wirkung des Ankers auf Elektromagnete und Stahlmagnete; von Gustav Magnus.*

## 1). Ueber Zuckungen durch Elektromagnete.

Man war früher nur im Stande an dem Leitungsdrahte einer Volta'schen Säule Zuckungen des menschlichen Körpers zu erhalten, wenn dieselbe aus einer gröfseren Anzahl von Plattenpaaren bestand. Hr. Faraday hat zuerst in der neunten Reihe seiner Untersuchungen [1]) gezeigt, dafs man auch bei Anwendung eines einzigen Plattenpaares dergleichen Zuckungen erhalten könne, wenn ein sehr langer Draht als Leitung benutzt wird, jedoch immer nur bei dem Oeffnen, nicht aber bei dem Schliefsen der Kette. Er hat ferner gezeigt, dafs die Zuckungen stärker werden, wenn der Draht spiralförmig gewunden ist, und noch stärker, wenn sich in der Spirale weiches Eisen befindet.

Die Erklärung, die derselbe von diesem Entstehen der Zuckungen gegeben hat, beruht auf der Thatsache, dafs ein Strom, während er verschwindet, einen Strom von gleicher Richtung in jeder in seiner Nähe befindlichen Metallmasse erzeugt, die einen in sich geschlossenen Leiter bildet. So wie nun bei dem Oeffnen der Kette in einer neben dem Schliefsungsdraht befindlichen Metallmasse ein Strom in gleicher Richtung entsteht, so erzeugt sich auch, nach dieser Erklärung, ein solcher Strom in dem Schliefsungsdrahte selbst. Durch diesen wird, da er von gleicher Richtung ist, die Wirkung des ursprünglichen Stromes vermehrt. Einen solchen beim Verschwinden eines Stromes entstehenden neuen Strom nennt Hr. Faraday einen durch Induction entstandenen.

1) Diese Annalen, Bd. XXXV S. 413.

Von seiner Stärke hängt die Stärke der Zuckungen ab. Diese werden daher um so viel stärker seyn, je länger der Draht oder die Ausdehnung ist, in der die Erzeugung des Stromes durch Induction stattfindet.

Wird der Schliefsungsdraht zu einer Spirale gewunden, so entsteht bei Unterbrechung des Stroms nicht nur durch Induction eine Verstärkung desselben, wie bei dem geraden Drahte, sondern aufserdem wirkt auch das Verschwinden des Stroms aus jeder einzelnen Windung durch Induction auf die daneben liegenden Windungen, und hierdurch wird eine neue Verstärkung des Stroms herbeigeführt.

Ist endlich in der Spirale noch weiches Eisen enthalten, welches, während der Strom durch den spiralförmigen Schliefsungsdraht geht, ein sogenannter Elektromagnet wird, so kann man sich vorstellen, dafs der Magnetismus in demselben dadurch entsteht, dafs auch in dem Eisen Ströme von derselben Richtung wie in dem Schliefsungsdraht hervorgebracht werden. Bei dem Verschwinden des Stroms in dem spiralförmigen Schliefsungsdraht verschwinden auch die Ströme in dem Eisen, und wirken dadurch ebenfalls inducirend auf den Schliefsungsdraht, wodurch noch eine neue Verstärkung des Stroms im Augenblicke seiner Unterbrechung eintritt.

Um diese Zuckungen selbst zu erhalten, wandte ich einen Elektromagneten von folgender Construction an: das Eisen in demselben war von kreisförmigem Durchschnitt, 14 Par. Zoll lang, 1,6 Zoll im Durchmesser, von Hufeisenform, die Schenkel 2,1 Zoll von einander abstehend. Der mit Seide umsponnene Kupferdraht, mit welchem dasselbe umwickelt war, hatte einen Durchmesser von 0,5 Linie. Die Länge desselben kann ich nicht genau angeben, doch schätze ich sie auf mindestens 1400 Fufs. Der Draht befindet sich nicht unmittelbar auf dem Eisen, sondern er ist über zwei Messinghülsen spiralförmig gewickelt, so dafs jede eine Drahtspirale von 700 Fufs enthält. Jede dieser Drahtspiralen ist auf einen

Schenkel des Eisens gesteckt, der mittlere gekrümmte Theil desselben aber ist frei von Draht.

Das Plattenpaar, welches zur Erzeugung des elektrischen Stromes diente, bestand aus einer spiralförmig gewundenen Zink- und Kupferplatte, jede von ein Quadratfuſs Oberfläche. Es wurde stets dasselbe Plattenpaar angewendet und eine Verstärkung des Stroms nur durch Anwendung von stärkerer Säure bewirkt. Mittelst eines ziemlich starken Stroms trug dieser Elektromagnet 140 Pfund. An der Stelle, wo die Drähte des Elektromagneten in die an der Kupfer- und Zinkplatte befestigten Quecksilbernäpfchen tauchten, waren messingene Handhaben von Cylinderform (5 Zoll lang und $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser) angebracht.

Wenn man diese Handhaben in den befeuchteten Händen hielt und durch Ausheben der einen die Leitung unterbrach, so bekam man Zuckungen, die sich bis in das Handgelenk hinauf erstreckten.

Die Drahtspiralen waren gewöhnlich so mit einander verbunden, daſs das Eisen zwei ungleichnamige Pole an seinen beiden Enden hatte, sie konnten aber auch so verbunden werden, daſs diese Pole gleichnamig waren. Die magnetische Intensität des Elektromagneten war alsdann so schwach, daſs er nicht seinen Anker allein zu tragen vermochte, aber die Zuckungen waren durchaus dieselben, wie wenn der Elektromagnet zwei ungleichnamige Pole hatte, in welchem Falle derselbe 140 Pfund trug.

Diese Erscheinung zeigte sich nicht nur bei dem beschriebenen Elektromagneten, sondern auch bei allen ähnlich construirten, bei denen überhaupt Zuckungen wahrgenommen werden konnten. Es geht aus derselben hervor, daſs die Verstärkung der Induction, welche durch das Verschwinden des Magnetismus entsteht, nicht sowohl von der magnetischen Intensität der ganzen Eisenmasse, als von der Summe der Intensitäten aller ihrer einzelnen Theile abhänge. Denn die erstere, die Intensität des Ei-

sens als ganze Maafse, ist sehr verschieden, je nachdem der Elektromagnet zwei gleichnamige oder zwei ungleichnamige Pole hat, während die letztere, die Summe der Intensitäten aller Theile des Eisens, in beiden Fällen dieselbe bleibt, wie es nothwendig seyn mufs, wenn die Zuckungen ungeändert bleiben sollen.

Es lehrt diese Beobachtung zu gleicher Zeit, was freilich auch schon anderweitig bekannt ist, dafs die inducirende Wirkung immer dieselbe ist, welches auch die Richtung seyn mag, in welcher der Magnetismus verschwindet. Denn da jedes Eisentheilchen, das durch eine Drahtspirale magnetisch wird, seine Pole in entgegengesetzter Richtung hat, als ein durch die andere Spirale magnetisch gewordenes, und durch jede Spirale eine gleiche Masse des Eisens magnetisch wird, so würde die inducirende Wirkung beider Hälften sich aufheben, wenn bei dem Verschwinden des Magnetismus die Richtung der Pole von Einflufs wäre.

Wurden aber die beiden Drahtspiralen so mit einander verbunden, dafs der Elektromagnet zwei ungleichnamige Pole hatte, was bei allen später zu erwähnenden Versuchen der Fall war, so konnten die Zuckungen beliebig stärker oder schwächer erhalten werden, je nachdem die Unterbrechung der geschlossenen Kette plötzlich oder weniger plötzlich geschah.

Am besten kann man eine Verschiedenheit in der Unterbrechung der Kette erhalten, wenn die Drähte des Elektromagneten in etwas weite Näpfchen mit Quecksilber geführt werden, welche wiederum mit dem galvanischen Plattenpaar in leitender Verbindung stehen. Unterbricht man alsdann die Kette dadurch, dafs der eine Draht aus dem Quecksilber gehoben wird, so sind die Zuckungen, wenn man den Draht rasch in senkrechter Stellung heraushebt, nur sehr schwach. Hebt man denselben aber langsam heraus, und thut man diefs noch aufserdem in schräger Richtung, wodurch die Trennung

von der Oberfläche noch etwas mehr Zeit erfordert, so sind die Zuckungen ungleich heftiger. Bei gleich schneller Unterbrechung der Kette dagegen, erhält man unter übrigens gleichen Umständen stets Zuckungen von derselben Stärke.

Diese Beobachtung bestätigt, wie mir scheint, die Erklärung, welche Hr. Faraday von der Hervorbringung der Zuckungen gegeben hat. Denn nach dieser Erklärung entsteht der inducirte Strom, welcher die Zukkungen erzeugt, durch das Verschwinden des vorhandenen Stroms. Allein es wird derselbe nur entstehen können, so lange noch eine Leitung wirklich vorhanden ist. Wird diese daher sehr rasch unterbrochen, so ist sie in dem Augenblick, wo der inducirte Strom entstehen könnte, schon nicht mehr vorhanden, und dadurch die Bildung dieses Stromes unmöglich. Wird also der Draht schnell aus dem Quecksilbernäpfchen herausgehoben, so scheint die Zeit zur Bildung des inducirten Stromes nicht hinreichend zu seyn. Findet dagegen ein allmäliges Trennen des Drahtes von der Quecksilberfläche Statt, so kann der inducirte Strom sich in allen Theilen des Drahtes vollständig bilden, und dadurch eine um so viel stärkere Wirkung hervorbringen.

Wurde der eben erwähnte Versuch auf dieselbe Weise angestellt, aber der Elektromagnet vor dem Oeffnen der Kette mit einem Anker versehen, so waren die Zuckungen, obgleich das Oeffnen mit derselben Geschwindigkeit als vorhin geschah, so schwach, dafs ich anfänglich glaubte, sie wären ganz verschwunden.

Wird ein Anker an einen Magneten gelegt, so wird er selbst magnetisch, jedoch mit entgegengesetzten Polen, und hebt dadurch die Wirkung des Magneten auf. Eben so wirkt der Anker bei einem Elektromagneten, und es war deshalb wahrscheinlich, dafs der Anker die Verminderung in der Stärke der Zuckungen nur dadurch hervorbringe, dafs er die inducirende Wirkung des Ei-

sens aufhebt. Denn da die Zuckungen bei einem Elektromagneten theils durch die Induction des Drahtes auf sich selbst und theils durch die des Eisens auf den Draht hervorgebracht werden, so konnte der Anker diesen letzteren Theil der Wirkung aufheben, so dafs alsdann der Leitungsdraht nur allein inducirend auf sich selbst wirkte, und dadurch die schwachen Zuckungen erzeugte, die bei angelegtem Anker noch erhalten wurden. Es schien deshalb nöthig sowohl die inducirende Wirkung des Eisens als auch die des Schliefsungsdrahtes jede für sich kennen zu lernen.

Zunächst wurde der Schliefsungsdraht allein ohne alles Eisen angewendet, und zu dem Ende diefs letztere aus den eben erwähnten Messinghülsen, über welche der Draht gewunden ist, herausgenommen. Die Zuckungen, die jetzt erhalten wurden, waren ungleich stärker als die, welche bei eingebrachtem Eisen mit angelegtem Anker erfolgten.

Hieraus geht hervor, dafs die Wirkung des Ankers nicht darin allein besteht, dafs derselbe die Induction des Eisens aufhebt; sondern dafs derselbe noch eine andere Wirkung ausübt, welche der Induction des Drahtes auf sich selbst entgegen wirkt.

Es darf übrigens nicht unerwähnt bleiben, dafs die Zuckungen, die bei Anwendung des spiralförmigen Schliefsungsdrahtes allein erhalten wurden, nur wenig schwächer waren, als die, welche nach Einführung des Eisens ohne Anker erfolgten. Ohne Zweifel rührt die geringe Verstärkung durch das Eisen davon her, dafs bei dem angewandten Elektromagneten die Masse des Drahtes sehr bedeutend ist im Vergleich zu der des Eisens, und dafs defshalb die inducirende Wirkung des Drahtes auf sich selbst ebenfalls so bedeutend ist im Vergleich zu der des Eisens auf den Drath, dafs diese letztere kaum in Betracht kommt.

Um ferner auch die inducirende Wirkung des Eisens

auf den Draht allein zu erhalten, wurde der spiralförmige Schliefsungsdraht wieder um das Eisen befestigt, und, während der Strom durch denselben ging, der Anker angelegt. Hierauf wurde die Leitung unterbrochen. Der Anker blieb an dem Eisen haften, und es blieb also das Eisen magnetisch. Ein elektrischer Strom aber konnte in dem Draht nicht mehr vorhanden seyn, da derselbe geöffnet war. Wurden nun die Handhaben, welche an den Enden des Drahtes befestigt waren, in den befeuchteten Händen gehalten, und dadurch eine leitende Verbindung zwischen den Enden des Drahts mittelst des Körpers hergestellt, und alsdann der Anker abgerissen, so erhielt man eine Zuckung, die jedoch stärker oder schwächer war, je nachdem der Anker plötzlich abgerissen oder abgeschoben wurde.

Diese Zuckungen sind offenbar nur eine Wirkung der Induction des Eisens auf den Draht. So lange der Anker an dem Eisen haftet, hebt er die magnetische Wirkung desselben auf. Werden aber beide getrennt, so verschwindet der Magnetismus und es entsteht durch Induction ein Strom in dem Draht, der von gleicher Richtung ist als der, welcher den Magnetismus in dem Eisen erzeugt hat.

Wenn der eben erwähnte Versuch so abgeändert wurde, dafs, während man die Handhaben in den befeuchteten Händen hielt, zugleich eine metallische Verbindung zwischen den Enden des Drahts stattfand, die in dem Augenblick unterbrochen wurde, wo der Anker von dem Eisen getrennt wurde, so erhielt man eine aufserordentlich heftige Zuckung, etwa eben so stark als von einer mäfsig geladenen Leidener Flasche.

Diese starke Wirkung scheint davon herzurühren, dafs für das Entstehen des inducirten Stroms beim Abreifsen des Ankers ein geschlossener Leiter vorhanden seyn mufs. Besteht dieser nun, auch nur theilweis, aus einem schlechten Leiter, wie der menschliche Körper ist,

so wird kein so starker Strom entstehen können, als bei Anwendung eines vollkommneren metallischen Leiters. Wird ein solcher vollkommener metallischer Leiter in dem Augenblick unterbrochen, wo der Strom schon in ihm entstanden ist, und tritt dabei, statt der metallischen Verbindung, die Verbindung durch den Körper ein, so wird der nun schon in dem metallischen Leiter gebildete stärkere Strom durch den Körper gehen, und also eine stärkere Zuckung veranlassen, als wenn bei dem Entstehen des Stroms die Leitung nicht vollkommen metallisch ist.

Besonders auffallend aber ist es, dafs in diesem Falle die Zuckung, welche allein von der inducirenden Wirkung des Eisens herrührt, ungleich stärker ist, als die Zuckungen, welche, durch Anwendung eines Elektromagneten ohne Anker, beim Oeffnen der Kette erhalten werden, wiewohl bei diesen nicht nur das Eisen, sondern auch der Schliefsungsdraht selbst inducirend wirkt.

Hiervon liegt der Grund, wie ich glaube, darin, dafs eine Voltasche Kette zwar ein in sich geschlossener Leiter ist, der aber zum Theil aus einem vollkommenen Leiter, dem metallischen Schliefsungsdraht, zum Theil aus einem weniger vollkommenen, nämlich der Flüssigkeit, besteht, die zwischen den Platten enthalten ist. In einem so beschaffenen geschlossenen Leiter wird niemals ein eben so starker Strom durch Induction entstehen können, als in einem durchgängig metallischen. Es wird deshalb die inducirende Kraft des Eisens beim Abreifsen des Ankers in dem durchgängig metallischen Leiter einen viel stärkern Strom erzeugen, als die inducirende Kraft des Eisens und des Schliefsungsdrahtes in dem unvollkommneren Leiter, den die Kette darbietet. Ueberhaupt ist es denkbar, dafs die Wirkung eines galvanischen Stromes viel stärker seyn würde, wenn bei seiner Erzeugung kein feuchter Leiter angewendet zu werden brauchte, so dafs der Schliefsungsdraht durch eine metallische Leitung in

sich zurückkehren könnte; gerade so, wie dieſs bei den durch Induction erzeugten Strömen der Fall ist.

Da, wie schon oben erwähnt, die Abnahme in der Stärke der Zuckungen, bei Anlegung des Ankers, nicht davon herrührt, daſs die inducirende Wirkung des Eisens aufgehoben wird, sondern auch auſserdem noch eine Wirkung stattfinden muſs, welche der Induction des Drahtes auf sich selbst entgegenwirkt, so glaubte ich anfangs, daſs das Eisen durch Anlegung des Ankers wie ein in sich geschlossener Draht wirkt, der sich neben einem Schlieſsungsdraht befindet, und von dem Hr. Faraday gefunden hat, daſs er der inducirenden Wirkung des Schlieſsungsdrahtes auf sich selbst entgegenwirkt [1]). Es entsteht nämlich, wenn ein in sich geschlossener Draht sich neben einem Schlieſsungsdraht befindet, in dem ersteren beim Oeffnen der Kette ein Strom durch Induction, von gleicher Richtung als in dem Leitungsdrahte. Dieser inducirte Strom aber wirkt während seines Entstehens gleichfalls inducirend auf den Schlieſsungsdraht zurück, erzeugt also als entstehender Strom einen ungleichnamigen Strom in dem Schlieſsungsdrahte, und hebt somit die Wirkung des ursprünglichen Stromes theilweis auf. Das hufförmige Eisen bildet nach Anlegung des Ankers einen in sich geschlossenen Leiter; wenn es aber nur als solcher auf den spiralförmigen Schlieſsungsdraht wirkte, so muſste jeder andere an dieselbe Stelle gebrachte metallische Leiter dieselbe Wirkung hervorbringen.

Es wurde, um dieſs zu untersuchen, ein starker in sich geschlossener Kupferdraht an die Stelle des hufförmigen Eisens gebracht. Die Zuckungen aber blieben durchaus ungeändert. Da es möglich schien, daſs die Stärke dieses in sich geschlossenen Drahtes von Einfluſs seyn könnte, so lieſs ich ein Hufeisen von Zink gieſsen, genau von derselben Form und von denselben Dimensionen als das gewöhnlich benutzte eiserne. Wurde

1) Diese Annalen, Bd. XXXV S. 429 §. 1090.

dieſs mit dem spiralförmigen Schlieſsungsdraht umgeben, und durch einen Anker von Zink zu einem geschlossenen Leiter gemacht, so waren die Zuckungen ganz dieselben wie diejenigen, welche durch den Schlieſsungsdraht allein erhalten wurden. Auch wenn statt des Ankers von Zink der Anker von Eisen an das Hufeisen von Zink gelegt wurde, blieben die Zuckungen ganz ungeändert.

Es geht hieraus hervor, daſs die Wirkung des Eisens auf den Schlieſsungsdraht nicht jedem Metalle oder jedem elektrischen Leiter zukomme, sondern nur dem Eisen, und wahrscheinlich auch den anderen Metallen, die den Magnetismus anzunehmen fähig sind.

Ich untersuchte nun, ob auch bei kleineren Elektromagneten das Anlegen des Ankers eine ähnliche Abnahme in der Stärke der Zuckungen hervorbringe, und wandte hierzu ein Eisen von 0,8 Zoll Durchmesser und 16 Zoll Länge, hufeisenförmig gebogen, an, auf dessen Schenkel Drahtspiralen gesteckt wurden, die jede 100 Fuſs Draht enthielten (so daſs der Leitungsdraht im Ganzen 200 Fuſs lang war). Indeſs war ich nicht wenig überrascht zu finden, daſs bei diesem Elektromagneten keine Abnahme in der Stärke der Zuckungen durch das Anlegen des Ankers stattfand.

Ich gerieth daher auf den Gedanken, daſs vielleicht die Beschaffenheit des Eisens in dem oben (S. 418) beschriebenen Elektromagneten die erwähnten Erscheinungen hervorgebracht habe, und lieſs ein Eisen von derselben Form, als das früher benutzte, aber von einer ganz anderen Eisensorte, fertigen. Da dieſs sich aber eben so verhielt als das frühere, so konnte nicht die Beschaffenheit des Eisens bei dem oben beschriebenen Elektromagneten die groſse Abnahme der Zuckungen verursacht haben.

Wurde nun dasselbe Eisen, das, umgeben mit dem 1400 Fuſs. langen Leitungsdraht, bei angelegtem Anker so schwache Zuckungen zeigte, nur mit einem 200 Fuſs

langen Drahte umgeben, so zeigte dieser bei angelegtem Anker fast gar keine Abnahme der Zuckungen. Woraus hervorgeht, dafs nur die Länge des Drahts die Abnahme der Zuckungen bedinge.

2) Für das Verschwinden des Stroms in dem Schliefsungsdraht eines Elektromagneten ist eine Zeit erforderlich.

Die eben erwähnten Erscheinungen liefsen vermuthen, dafs das Eisen eines Elektromagneten eine Wirkung auf den dasselbe umgebenden Draht ausübt, die verschieden ist, je nachdem es mit einem Anker versehen ist oder nicht. Um diefs zu erfahren, wurde folgender Versuch angestellt.

Der Strom wurde durch den langen Schliefsungsdraht des S. 418 beschriebenen Elektromagneten geleitet. Darauf wurde, um den Strom zu unterbrechen, das eine Ende des Drahts aus dem Quecksilbernäpfchen, welches an der einen Platte der Säule befestigt war, herausgehoben, und so rasch als möglich in ein anderes Näpfchen mit Quecksilber getaucht, welches in leitender Verbindung mit dem andern Ende des Schliefsungsdrahtes stand, so dafs dieser Draht hierdurch in sich zurückkehrte, aber von der Säule getrennt war. Um zu sehen, ob hierbei noch ein Strom in dem Drahte vorhanden bleibe, war zuvor ein Multiplicator in den Schliefsungsdraht eingeschaltet worden. So lange der Draht mit der Säule in Verbindung gestanden hatte, war die Doppelnadel des Multiplicators um 90° abgewichen. Wenn nun bei der Trennung des Drahtes von der Säule sich kein Anker an dem Eisen befand, so war augenblicklich jede Ablenkung der Nadel verschwunden, denn sie machte Schwingungen, die sich nach beiden Seiten ihrer ursprünglichen Lage gleich weit erstreckten. War dagegen vor der Trennung des Drahtes von der Säule der Anker an den Elektromagneten angelegt worden, so kehrte die Nadel nur *ganz allmälig* in ihre ursprüngliche Lage zurück, und zwar so

langsam, dafs nach der verschiedenen Stärke des Stroms 20 bis 70 Secunden vergingen, bis die Nadel Schwingungen machte, die auf beiden Seiten ihrer ursprünglichen Lage gleich grofs waren. Während dieser Zeit aber bewegte sie sich auf die Art, dafs sie aus ihrer Ablenkung um 90° sich ihrer ursprünglichen Lage bis auf etwa 75° näherte, sich dann wieder um wenige Grade entfernte, dann sich wieder bis auf etwa 40° näherte, sich wieder um wenige Grade entfernte u. s. f., bis die Abweichung Null wurde, und die Schwingungen nach beiden Seiten gleich waren.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dafs wenn der Draht nach dem Oeffnen der Kette nicht in sich zurückkehrte, auch kein Strom ferner in ihm zu entdecken war, der Anker mochte sich an dem Elektromagneten befinden oder nicht.

Dasselbe Resultat das dieser Versuch gegeben hatte, dafs nämlich in dem Schliefsungsdraht eines Elektromagneten der Strom beim Oeffnen der Kette nur langsam verschwindet, wenn ein Anker an dem Elektromagneten liegt, dahingegen plötzlich verschwunden ist, wenn der Elektromagnet keinen Anker trägt, zeigte sich auch, als derselbe Versuch mit demselben Eisen angestellt, aber statt des 1400 Fufs langen Schliefsungsdrahts nur ein 200 Fufs langer benutzt wurde, nur war die Zeit kürzer, die verging bis die Nadel in ihre ursprüngliche Lage zurückgekehrt war. Eben dasselbe fand statt, wenn ein schwächeres Eisen (von nur $\frac{7}{8}$ Zoll Durchmesser) angewandt wurde, das ebenfalls mit einem 200 Fufs langen Draht umwunden war, bei diesem mufste indefs schon ein ziemlich empfindlicher Multiplicator angewandt werden. Es ist also die Zeit, welche bis zum völligen Verschwinden des Stroms bei angelegtem Anker vergeht, bei Anwendung derselben Eisenmasse kürzer, wenn der Leitungsdraht kürzer ist. Bei Anwendung derselben Drahtlänge aber ist diese Zeit kürzer, wenn die Masse des Eisens geringer ist.

Um den Einfluſs der Länge des Drahts bei dieser Erscheinung zu verfolgen, wurde das starke Eisen (von 1,6 Zoll Durchmesser) mit nur 12 Windungen eines sehr starken Kupferdrahts (von 3 Linien Durchmesser) umgeben, so daſs sechs Windungen, jede $\frac{1}{2}$ Zoll von der andern abstehend, um jeden Schenkel des Hufeisens lagen, während der mittlere gekrümmte Theil desselben ganz frei von Windungen war. Wurde dieser Draht durch Drähte von derselben Stärke mit dem oben beschriebenen Plattenpaar in Verbindung gesetzt, so war die Tragkraft des Elektromagneten fast dieselbe wie bei Anwendung des dünnen 1400 Fuſs langen Drahts, der das Eisen in etwa 2200 Windungen umgab. Allein es war nicht möglich zu ermitteln, ob auch bei diesem kurzen, nur 9 Fuſs langen, Draht ein langsames Verschwinden des Stromes stattfinde; denn als bei Anwendung desselben ein Multiplicator eingeschaltet wurde, der aus dünnem Drahte bestand, hörte die Tragkraft des Elektromagneten fast ganz auf. Der Grund hiervon ist der, daſs wenn der Strom an irgend einer Stelle der Leitung durch einen dünnen Draht gehen muſs, seine Stärke bedeutend abnimmt, und mit dieser nimmt auch die Tragkraft des Elektromagneten ab. Da folglich der Multiplicator nicht benutzt werden konnte, um das allmälige Verschwinden des Stroms bei diesem starken Drahte zu beobachten, so wurde eine Doppelnadel neben dem Drahte aufgehängt, doch war weder hierbei, noch auch wenn der starke Draht die Nadel in einigen Windungen umgab, ein langsames Zurückkehren derselben zu beobachten. Offenbar deshalb, weil die Zeit, welche die Nadel für eine Schwingung bedurfte, gröſser war als die, welche für das Verschwinden des Stromes nöthig war. Allein bei einem andern später (S. 431) zu erwähnenden Versuche zeigte sich, daſs selbst bei diesem Drahte ein langsames Verschwinden des Stromes wirklich stattfindet.

8) Für das Verschwinden des Magnetismus eines Elektromagneten beim Oeffnen der Kette ist eine Zeit erforderlich.

Das langsame Verschwinden des Stromes in dem Schliefsungsdrahte läfst sich vollständig erklären, wenn man annimmt, dafs auch der Magnetismus eines Elektromagneten bei dem Oeffnen der Kette nicht augenblicklich verschwindet, wenn ein Anker an dem Elektromagneten sich befindet, sondern alsdann nur allmälig abnimmt. Denn ein solches allmäliges Verschwinden des Magnetismus würde durch Induction einen Strom in dem geschlossenen Leitungsdrahte von gleicher Richtung erzeugen, als der, welcher ursprünglich durch den Draht geleitet worden. Dieser inducirte Strom aber würde eben so allmälig erregt werden, als der Magnetismus verschwindet, er wird deshalb die Nadel des Multiplicators stets von Neuem abzulenken suchen, und sie dadurch nur allmälig in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren lassen.

Dafs aber in der That das langsame Zurückkehren der Nadel in ihre ursprüngliche Lage davon herrührt, dafs während längerer Zeit ein Strom von derselben Richtung fortwährend erzeugt wird, wurde durch folgenden Versuch bestätigt. Der Strom wurde, wie zuvor, durch den 1400 Fufs langen Schliefsungsdraht geleitet und der Anker an den Elektromagneten gelegt. Derselbe blieb bei Unterbrechung des Stroms noch mit ziemlich bedeutender Kraft an dem Elektromagneten haften. Es wurden sodann beide Enden des Drahtes von der Säule getrennt und mit einem Multiplicator in Verbindung gesetzt, so dafs mittelst dieses Multiplicators der Schliefsungsdraht in sich zurückkehrte. Sogleich wich die Nadel des Multiplicators ab, und zwar in derselben Richtung als sie durch den Strom der Säule würde abgelenkt worden seyn. Dieses Abweichen der Nadel fand noch Statt, selbst nachdem der Leitungsdraht während *zehn* Secunden von dem Plattenpaare getrennt, und dann erst

durch den Multiplicator in sich selbst zurückkehrend gemacht war. Je später indefs diefs geschah um so geringer waren die Ablenkungen der Nadel, und um so viel schneller kehrte dieselbe in ihre ursprüngliche Lage zurück. Stets aber schien die Zeit von dem Oeffnen der Kette bis zu dem Augenblick, wo die Nadel gleiche Schwingungen nach beiden Seiten ihrer ursprünglichen Lage machte, dieselbe zu seyn, der Draht mochte nach seiner Trennung von der Säule augenblicklich oder erst nach einiger Zeit in sich zurückkehrend gemacht werden.

Wenn aber, wie dieser Versuch zeigt, das langsame Verschwinden des Magnetismus, das langsame Verschwinden des Stromes in dem Leitungsdraht des Elektromagneten bei angelegtem Anker bewirkt, so ist auch einleuchtend, dafs bei gleichen Eisenmassen und gleicher Tragkraft derselben, der Strom in dem umgebenden Drahte um so langsamer verschwinden wird, je länger dieser Draht ist, indem dieses langsame Verschwinden des Stroms eigentlich auf einer stets neuen Erzeugung desselben durch Induction beruht, die um so viel stärker ist, je länger der Draht ist auf den sie ausgeübt wird.

Diefs bestätigte sich auch vollständig, als das in dem vorigen Versuch angewandte Eisen, statt mit dem 1400 Fufs langen Drathe nur mit 200 Fufs umgeben wurde. Es zeigte sich alsdann zwar dieselbe Erscheinung wie in dem vorigen Versuche, allein nur wenn die von der Säule getrennten Drähte sehr rasch mit dem Multiplicator in Verbindung gesetzt wurden. Und wenn statt dieses Drahts der 3 Lin. dicke und nur 9 F. lange Draht für dasselbe Eisen benutzt wurde (S. 429), so konnte eine Ablenkung der Nadel nur erhalten werden, wenn ein sehr empfindlicher Multiplicator angewendet wurde. Eben so verhielt es sich, wenn ein schwaches Eisen (nur 0,8 Zoll im Durchmesser) mit 200 Fufs langem Draht benutzt wurde.

Hieraus wird nun auch erklärlich, woher die Ab-

nahme der Zuckungen rührt, die durch das Anlegen des Ankers bewirkt wird.

Hat man nämlich einen Elektromagneten von sehr starker Tragkraft, so wird der Magnetismus desselben beim Oeffnen der Kette nur sehr langsam verschwinden. Ist das Eisen mit einem sehr langen Drahte umgeben, und wird dieser bei seiner Trennung von der Säule durch den menschlichen Körper in sich zurückkehrend, so wird durch das langsame Verschwinden des Magnetismus das Verschwinden des Stroms in diesem Drahte gehindert, er kann deshalb nicht inducirend auf sich selbst wirken, und folglich keine Zuckungen hervorbringen. Ist hingegen dasselbe Eisen bei derselben Tragkraft mit kürzerem Drath umgeben, so ist die durch das Verschwinden des Magnetismus hervorgebrachte inducirende Wirkung schwächer, weil sie auf eine geringere Länge des Drahts wirkt. Es wird deshalb das Verschwinden des Stroms in dem Drahte nicht in demselben Maafse gehindert, dieser wird daher inducirend auf sich selbst wirken können, und Zuckungen hervorbringen. Es hängt deshalb die Abnahme der Zuckungen nur von der Länge des Drahtes ab, und es ist nicht zu bezweifeln, dafs sich für jede Eisenmasse auch eine Drahtlänge finden wird, bei welcher das Eisen, wenn es mit einem Anker versehen ist, das Entstehen der Zuckungen hindert. Bemerkenswerth aber ist, dafs bei allen den Elektromagneten, bei denen keine oder nur eine sehr schwache Abnahme der Zuckungen durch das Anlegen des Ankers zu beobachten war, die Drähte so kurz waren, dafs sie für sich, ohne Eisen, nur sehr schwache Zuckungen hervorbrachten. Deshalb wurden diese Zuckungen auch bedeutend stärker, sobald das Eisen ohne Anker sich in diesen Dräthen befand, während bei dem oben (S. 418) beschriebenen Elektromagneten, bei dem die Zuckungen durch Anlegen des Ankers fast ganz verschwanden, der spiralförmig gewundene Drath ohne Eisen fast eben so starke Zuckungen hervorbrachte als mit demselben.

4) Von der Tragkraft der Elektromagnete bei Umkehrung des Stroms.

Das langsame Verschwinden des Stromes bei Anwendung eines Elektromagneten, der mit einem Anker versehen ist, erklärt noch ein anderes Factum. Es wird allgemein angenommen, dafs der Anker an einem Elektromagneten nicht nur haftet, wenn die Verbindung mit der Kette aufgehoben wird, sondern auch, wenn der Strom in entgegengesetzter Richtung durch den Draht geleitet wird. Ein Ungenannter, P. M. aus Dublin, behauptet sogar in dem *Philosophical Magazine* für 1833, *Vol. III p.* 18, dafs in dem Augenblicke der Umkehrung des Stromes die Tragkraft eines Elektromagneten bedeutend zunehme. Bei meinem Versuch aber fand ich gerade das Gegentheil.

Bei Anwendung des Elektromagneten mit sehr langem Leitungsdrahte fiel der nur 3 Pfund schwere Anker bei Umdrehung des Stromes, dieselbe mochte noch so rasch erfolgen, selbst wenn gar kein Gewicht an ihm befestigt war, regelmäfsig ab, und doch war dieser Elektromagnet bei Anwendung desselben Stromes im Stande, 140 Pfund zu tragen. Wurde dasselbe Eisen mit dem 3 Linien starken, kurzen Leitungsdraht (S. 429) angewendet, so blieb zwar der Anker, wenn keine Last an ihm befestigt war, bei Umdrehung des Stromes haften, aber wenn bei ununterbrochener Wirkung des Stromes der Elektromagnet 80 Pfund trug, so rifs bei Umkehrung des Stromes der Anker jedesmal ab, wenn er nur noch mit 3 Pfund belastet war. Wurde dieser Strom unterbrochen, nicht aber umgekehrt, so trug der Anker noch 21 Pfund; es rifs also derselbe bei Umdrehung des Stromes ab, wiewohl er nur eine geringere Last trug, als die, welche er nach Aufhebung des Stromes zu tragen vermochte.

Früher glaubte man, dafs der Strom in einem Elektromagneten, selbst wenn der Anker an demselben liegt,

beim Oeffnen der Kette momentan verschwinde, und dafs hierbei durch Induction ein Strom entstehe, der den Anker während des Moments der Umdrehung des Stromes mit derselben Kraft trage als er zuvor getragen wurde. Allein da, wie eben gezeigt worden, der Strom in einem Elektromagneten nur langsam verschwindet, wenn der Anker an demselben liegt, so mufs, selbst wenn schon der Strom in entgegengesetzter Richtung durch den Draht geleitet wird, noch ein Strom in der früheren Richtung vorhanden seyn. Hierdurch wird dem nun entstehenden Strome entgegengewirkt, und es kann daher, wenn zum Entstehen desselben ebenfalls eine Zeit erforderlich ist, ein Punkt eintreten, wo diese einander entgegengesetzten Ströme gleich sind und sich vollständig in ihrer Wirkung aufheben. In diesem Augenblicke wird der Anker abfallen.

Es folgt hieraus, dafs der Anker niemals in demselben Augenblick abfallen wird, in welchem der Strom mittelst des sogenannten Stromwenders die entgegengesetzte Richtung erhält. Auch findet sich wirklich, dafs das Abfallen des Ankers stets später als diese Umdrehung des Stromes stattfindet. Bei dem Elektromagnet mit langem Leitungsdraht vergingen 4 Secunden zwischen der Umkehrung des Stroms und dem Abfallen des Ankers.

Bei allen Elektromagneten, bei denen eine hinreichende Zeit zwischen der Umkehrung des Stroms und dem Abfallen des Ankers vergeht, bleibt derselbe haften, wenn die Richtung des Stromes geändert, die frühere Richtung aber schnell genug wieder hergestellt wird.

5) Die magnetische Intensität nimmt zu durch das Anlegen des Ankers, und bedarf einer Zeit für diese Zunahme.

Dafs der Magnetismus eines Elektromagneten, nachdem seine Verbindung mit der Säule unterbrochen ist, nur langsam verschwindet wenn ein Anker angelegt ist,

während er plötzlich verschwindet; wenn dieſs nicht der Fall ist, wird dadurch weniger auffallend, daſs auch, während der Elektromagnet unausgesetzt mit der Säule in Verbindung bleibt, der Magnetismus desselben zunimmt, wenn ein Anker angelegt wird, und daſs diese Zunahme des Magnetismus ebenfalls nur allmälig stattfindet.

Wurde nämlich der Strom durch den 1400 füſsigen Schlieſsungsdraht geleitet und während dessen der Anker an den Elektromagneten gelegt, so haftete dieser anfänglich nur mit sehr geringer Kraft und konnte leicht wieder getrennt werden. Blieb derselbe aber während etwa zwei Secunden an dem Elektromagneten, so war ich nicht im Stande ihn wieder abzureiſsen, und es bedurfte alsdann eines Gewichts von mehr als einem Centner, um dieſs zu bewirken. Eben so war der Anker unmittelbar nachdem er angelegt worden leicht verschiebbar auf den Polen des Elektromagneten, doch wurde er allmälig immer fester, und nach einigen Secunden vermochte ich kaum mit aller Anstrengung ihn zu verrücken.

Es geht hieraus hervor, daſs die starke Tragkraft der Elektromagnete beim Anlegen des Ankers erst allmälig eintritt. Doch ist dieſs vorzugsweise nur bei Elektromagneten der Fall, die mit sehr langem Draht umgeben sind, bei Anwendung kürzerer Drähte für dasselbe Eisen haftet hingegen der Anker fast momentan mit seiner vollen Kraft.

Daſs während der Zeit, die bis zur Annahme der vollen Tragkraft des Elektromagneten vergeht, auch eine wirkliche und allmälige Verstärkung seines Magnetismus stattfindet, ergiebt sich aus folgender Beobachtung.

Der erwähnte Elektromagnet, mit 1400 Fuſs Draht, vermochte nämlich an jedem einzelnen Pole nur äuſserst geringe Eisenmassen zu tragen, etwa ein bis zwei Pfund, und doch war der Elektromagnet im Stande, sobald er mit einem Anker versehen wurde, etwa 140 Pfund zu

tragen [1]). Ein gestrichener Stahlmagnet, der mittelst seines Ankers 10 Pfund trug, vermochte an einem Pol gröfsere Eisenmassen zu tragen als dieser starke Elektromagnet.

Dasselbe findet bei allen Elektromagneten, die ich versuchen konnte, statt, dafs sie nämlich, verglichen mit gestrichenen Stahlmagneten, eine sehr geringe Last an jedem einzelnen Pole zu tragen vermögen, so dafs der gröfste Theil ihrer Tragkraft erst durch das Anlegen des Ankers erzeugt wird. Diefs brachte mich auf den Gedanken, dafs die Tragkraft der mit einem Anker versehenen Elektromagnete besonders davon abhänge, dafs das Eisen eine in sich geschlossene Masse bilde.

Um diefs zu untersuchen wurden zwei Elektromagnete in Hufeisenform von ganz gleichen Eisenmassen, und mit ganz gleichem Draht umwunden so aufgestellt, dafs ihre vier Pole ein Quadrat bildeten. Die Drähte derselben wurden so mit einander verbunden, dafs der galvanische Strom durch beide nach einander ging, und die Pole so lagen, dafs immer zwei ungleichnamige einander zunächst waren. Jeder von beiden Elektromagneten trug, wenn seine Pole durch einen Anker verbunden wurden, mehr als 50 Pfund. Wenn aber zwei zu den verschiedenen Elektromagneten gehörige ungleichnamige Pole mit einander verbunden wurden, so waren sie kaum im Stande den Anker allein zu tragen.

Man könnte glauben, dafs die Pole beider Elektromagnete vielleicht nicht vollkommen in einer Ebene lagen, so dafs der Anker bei der Verbindung der zu verschiedenen Elektromagneten gehörenden Pole diese nicht vollständig berühren konnte, und dafs hierdurch dieser auffallende Unterschied herbeigeführt worden sey, allein

1) Die HH. J. Henry und Ten Eyck haben, wie ich später gesehen, in Sillimann's Journal, XIX, 402, schon eine ähnliche Beobachtung beiläufig erwähnt, ohne jedoch diesem merkwürdigen Gegenstande weitere Aufmerksamkeit zu schenken.

dieſs wurde dadurch ganz widerlegt, daſs, sobald die beiden andern Pole der beiden Elektromagnete ebenfalls durch einen Anker verbunden wurden, die Tragkraft sich sogleich bedeutend vermehrte, und wenn sie auch nicht eben so groſs wurde als die der beiden zu einem Elektromagneten gehörigen Pole, so näherte sie sich doch derselben.

Um indeſs jedem Einwand zu begegnen, wurden zwei runde Stäbe von weichem Eisen, 7 Zoll lang und 0,8 Zoll im Durchmesser angewendet, die an beiden Enden vollkommen abgeschliffen waren. Sie wurden in einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$ Zoll von einander befestigt und jeder mit einem spiralförmig gewundenen Draht von 50 Fuſs Länge umgeben. Beide Drähte waren so verbunden, daſs der galvanische Strom durch beide nach einander ging, und daſs die ungleichnamigen Pole beider Stäbe nach derselben Seite gewendet waren. Wurden die beiden nach unten gewandten Pole durch einen Anker verbunden, so vermochten sie kaum diesen, der etwa 3 Pfund wog, allein zu tragen; wurden aber gleichzeitig auch die beiden nach oben gewandten Pole durch einen Anker verbunden, so haftete der untere Anker so fest, daſs er bis zu 40 Pfund zu tragen vermochte.

Wurden statt dieser Stäbe zwei andere, gleichfalls von 7 Zoll Länge, aber 1,6 Zoll im Durchmesser, angewandt, und wurden diese entweder mit dem 1400 füſsigen oder mit dem starken, 3 Linien dicken und nur 9 Fuſs langen Draht umgeben, so vermochten auch diese, selbst bei Anwendung eines sehr starken Stromes kaum den Anker allein zu tragen. Wurden aber ihre nach oben gewandten Pole durch ein flaches, wohl aufgeschliffenes Stück Eisen verbunden, so haftete der Anker mit solcher Kraft, daſs er noch etwa 140 Pfund zu tragen vermochte [1]).

1) Für Vorträge über Physik ist ein solcher aus 2 Stäben bestehender Elektromagnet sehr zu empfehlen, da derselbe alle Ei-

Dieser Versuch zeigt, dafs eine Vermehrung der Tragkraft eines Elektromagneten dadurch bewirkt wird, dafs das Eisen desselben eine in sich geschlossene Masse bildet. Ich habe mich überzeugt, dafs diese Vermehrung vorzüglich auf eine vollständige Berührung des verbindenden Eisens beruht.

Wurden nämlich die beiden nach oben gewandten Pole der elektromagnetischen Stäbe durch ein Eisen verbunden, das sie nur in einer Kante berührte, so bewirkte dieſs eine kaum merkbare Vermehrung der Tragkraft der beiden anderen Pole, an denen der Anker angelegt war; wurde aber dasselbe Stück Eisen flach auf die oberen Enden der elektromagnetischen Stäbe gelegt, so war die Vermehrung sehr bedeutend.

Aber nicht nur wenn ein gerades Stück Eisen die Verbindung zwischen den Polen der beiden Stäbe macht, findet eine Vermehrung der Tragkraft der entgegengesetzten Pole statt, sondern auch wenn das verbindende Stück gekrümmt und daher länger ist. Um zu erfahren, ob auch, wenn die Verbindung durch eine sehr lange Eisenmasse stattfindet, eine Vermehrung der Tragkraft eintrete, liefs ich ein 6 Fufs langes Eisen von demselben Durchschnitt und derselben Beschaffenheit als die 0,8 Zoll starken elektromagnetischen Stäbe so biegen, dafs es ein Hufeisen bildete, dessen Schenkel 3 Fufs lang waren, als durch dieses die nach oben gewandten Pole der Stäbe verbunden wurden, fand noch eine bedeutende Vermehrung der Tragkraft der entgegengesetzten Pole statt.

Man könnte hiernach vielleicht glauben, dafs eine

genschaften eines hufeisenförmigen Elektromagneten besitzt, und aufserdem die bedeutende Verschiedenheit der Tragkraft bei fehlender Verbindung der Stäbe zeigt. Bei der Anfertigung desselben mufs aber besonders dafür gesorgt seyn, dafs bei angehängter Last die Stäbe sich durchaus nicht verrücken können, damit der Anker sowohl, als auch das oben aufgelegte Stück Eisen die Stäbe immer recht vollständig berührt.

solche Vermehrung der Tragkraft der Elektromagnete nur dadurch bewirkt werde, dafs das Eisen eine in sich geschlossene Masse bildet. Allein auch wenn an den nach oben gewandten Polen der Stäbe Eisenmassen angelegt wurden, die einander nicht berührten, so fand schon eine Vermehrung der Tragkraft statt, nur mufsten die Eisenmassen ziemlich bedeutend seyn. Ohne angelegte Eisenmassen trugen die Stäbe nur den 3 Pfund schweren Anker, nach dem Anlegen dieser Massen trugen sie 12 Pfund [1]). Wurden die Eisenmassen jedoch so angebracht, dafs sie einander berührten, oder wurden sie nur durch ein anderes Stück Eisen verbunden, so nahm die Tragkraft noch bedeutend zu. Doch wurde sie nie so stark wie wenn statt der Eisenmassen ein flaches Stück Eisen die oberen Pole der Stäbe verband.

Gestrichene Stahlmagnete scheinen sich in dieser Beziehung anders zu verhalten, wenigstens solche, die nicht eben erst gestrichen worden, sondern die schon seit längerer Zeit gedient haben. Denn wenn zwei Stäbe parallel mit einander senkrecht befestigt wurden, so haftete ein Anker an den beiden nach unten gewandten ungleichnämigen Polen stets mit derselben Kraft, die beiden nach oben gewandten Pole mochten durch ein Eisen verbunden seyn oder nicht. Eben so wenig fand eine Vermehrung der Tragkraft statt, wenn grofse Eisenmassen an die nach oben gewandten Pole gelegt wurden.

Wiewohl aber das Anlegen von Eisen an den einen Pol eines Stahlmagneten keine wahrnehmbare Vermehrung der Tragkraft des andern Poles bewirkt, so findet dennoch auch bei den Stahlmagneten eine Vermehrung des Magnetismus durch das Anlegen von Eisen statt, und es scheint, als ob diese sich nur nicht bis zu dem

1) Dafs der Magnetismus der Erde ohne Einfluſs auf diese Erscheinung war, ging daraus hervor, dafs die Eisenmassen immer dieselbe Wirkung ausübten, in welche Richtung sie auch gebracht wurden.

entgegesetzten Pole stark genug erstrecke, um eine Vermehrung der Tragkraft wie bei den Elektromagneten hervorzubringen. Es ist bekannt, dafs wenn man einen Magneten einem in sich geschlossenen Kupferdraht nähert, ein elektrischer Strom in dem Drahte entsteht, und dafs, wenn man denselben Pol des Magneten von dem Drahte entfernt, ein Strom in entgegengesetzter Richtung erzeugt wird, wenn aber der Magnet in unveränderter Entfernung von dem Drahte bleibt, keine wahrnehmbare Wirkung auf diesen letzteren stattfindet. Bringt man nun in einen spiralförmig gewundenen Drath, dessen beide Enden durch einen Multiplicator mit einander verbunden sind, einen Magnetstab, so weicht die Nadel des Multiplicators ab, kehrt aber, wenn der Magnet in der Spirale bleibt, wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück. Nähert man alsdann dem einen Pole des Magnetstabes ein Stück Eisen, so weicht die Nadel von Neuem ab, und zwar nach derselben Richtung nach der sie durch das Einbringen des Magneten abgewichen war. Diese Erscheinung hat auch schon Hr. P. Erman in seiner Abhandlung: »Ueber Erzeugung von Elektromagnetismus durch blofse Modification der Vertheilung der Polarität in einem unbewegten Magnet« [1]) angeführt.

Es geht hieraus hervor, dafs das Annähern des Eisens ganz dasselbe bewirkt, als das Einbringen eines neuen Magneten gethan haben würde. Das heifst, es verstärkt den Magnetismus des schon vorhandenen Magneten [2]). In Folge der erhaltenen Verstärkung wirkt der Magnet

1) Abhandlungen der Academie der Wissenschaften zu Berlin, 1832, S. 17. — Diese Annalen, Bd. XXVII S. 471.

2) Man kann zwar dieselbe Ablenkung der Nadel auch erhalten, wenn man einen Magneten aus der Spirale entfernt, allein dieser mufs alsdann auch gerade entgegengesetzte Pole als der schon in der Spirale vorhandene Magnet haben. Die Entfernung eines solchen würde aber in ihrer Wirkung immer eine Verstärkung des Magnetismus des schon vorhandenen Magneten seyn.

ohne Zweifel von Neuem inducirend auf das Eisen, und dadurch wirkt dieſs wieder auf den Magneten zurück, und so verstärken sich beide gegenseitig.

Wird einem Magnete, der sich in einer solchen Drahtspirale befindet, statt einer Eisenmasse ein anderer Magnetstab mit seinem ungleichnamigen Pole genähert, so weicht die Nadel des Multiplicators gleichfalls nach einer solchen Richtung ab, wie wenn ein Magnet von gleicher Richtung, als der schon in der Spirale vorhandene, in diese eingeführt würde. Also auch Magnete, die mit ihren ungleichnamigen Polen einander genähert werden, bewirken eine gegenseitige Verstärkung ihres Magnetismus.

Es ist dieſs eine wirkliche Verstärkung der magnetischen Intensität, die ein Magnet durch das Anlegen, oder das bloſse Annähern von Eisen erfährt. Das bekannte Factum, daſs ein Magnet ein gröſseres Gewicht trägt, wenn man ihn nur mit Eisen beschwert, als wenn man an den eisernen Anker Gewichte von anderen Substanzen befestigt, beruht zwar auf einer solchen Verstärkung der magnetischen Intensität, indeſs war es doch nicht möglich eine solche aus demselben abzuleiten. Denn die Vermehrung der Tragkraft konnte dadurch allein bewirkt seyn, daſs das angehängte Eisen durch Vertheilung magnetisch wird, und eine gröſsere und namentlich längere Eisenmasse ein stärkerer Magnet durch Vertheilung wird als eine kleine. Ist daher der Magnet nur durch Eisen belastet, so wird er selbst stärker angezogen, als wenn an seinem Anker von Eisen Gewichte von anderen Substanzen befestigt sind. Daſs daher die Intensität des Magnetismus des Stahlmagneten selbst durch eine in der Nähe befindliche Eisenmasse verstärkt werde, konnte man aus diesem Versuche nicht wissen. Auch hat man dieſs, so viel mir bekannt ist, nie früher ausgesprochen, und doch scheint dieses Factum für den Begriff der magnetischen Intensität überhaupt von der gröſsten Wichtigkeit zu seyn.

Die Verstärkung der magnetischen Intensität, die so-

wohl Stahlmagnete als Elektromagnete durch Annähern von Eisen erfahren, erklärt nun auch wenigstens einige der vorher erwähnten Beobachtungen [1]). Es ist diese Verstärkung bei Elektromagneten gröfser als bei Stahlmagneten, weil die ersteren aus weichem Eisen bestehen, das viel leichter den Magnetismus durch Induction anzunehmen vermag als der gehärtete Stahl. Es erstreckt sich deshalb auch die inducirende Wirkung des angelegten Eisens bei Elektromagneten viel weiter in die Masse derselben, und daher kommt es, dafs ein, an das eine Ende eines Elektromagnetstabes angelegtes Eisen, noch eine starke Wirkung auf das andere Ende des Stabes ausübt, während dieſs bei Stahlmagneten nicht der Fall ist.

Hat man zwei einander parallele Elektromagnetstäbe mit ihren ungleichnamigen Polen nach derselben Seite gerichtet, so wird ein an beide nach oben gewandte Pole angelegtes Eisen durch die Wirkung beider Pole ein viel stärkerer Magnet werden, als wenn nur ein Pol auf dasselbe einwirkt; es wird deshalb auch selbst viel stärker inducirend auf die Elektromagnetstäbe wirken, und hierdurch wird eine starke Vermehrung der Tragkraft solcher Stäbe entstehen, die an beiden Enden durch Eisen mit einander verbunden sind. Es erklärt sich hieraus unmittelbar, warum diese Vermehrung schwächer wird, wenn das verbindende Eisen länger wird oder unvollständiger berührt.

Dieselbe Erklärung genügt auch für die bedeutende Vermehrung der Tragkraft durch Anlegung des Ankers bei hufförmigen Elektromagneten. Und aus ihr ergiebt sich gleichfalls, warum eine Zeit für die Zunahme des

1) Auf dieser Zunahme der magnetischen Intensität durch das Anlegen von Eisen beruht auch ohne Zweifel die so vielfach beobachtete Erscheinung, dafs Magnete allmälig an Tragkraft zunehmen, wenn sie mit einem Anker versehen sind; so wie umgekehrt, dafs sie an magnetischer Intensität verlieren, wenn man sie während längerer Zeit ohne Anker läfst.

Magnetismus bei diesen Elektromagneten nöthig sey. Indem nämlich der Magnetismus des Eisens zunimmt, erzeugt er in dem umgebenden Draht einen Strom, der von entgegengesetzter Richtung als der schon vorhandene ist, und hebt hierdurch die Wirkung dieses letzteren theilweis auf.

Dafs diefs wirklich der Fall sey, wird durch Folgendes bestätigt. Wenn man einen Elektromagneten mit langem Draht als Schliefsungsdraht für die Säule anwendet, und dabei einen Multiplicator einschaltet, so weicht die Nadel, wenn kein Anker angelegt ist, bei hinreichend starkem Strom um 90° ab. Sobald man aber den Anker anlegt, hört sie auf so stark abzuweichen, und erreicht erst nach mehreren Schwingungen ihre frühere Abweichung vollständig wieder.

Es wird also durch das Anlegen des Ankers die Wirkung des von der Säule erzeugten Stroms auf kurze Zeit theilweis aufgehoben. Dieser aber erzeugt sich sogleich von Neuem, bewirkt eine neue Verstärkung des Magnetismus, wodurch er selbst wieder von Neuem gehemmt wird, hiernach erneut er sich wieder und verstärkt den Magnetismus wieder, bis dieser endlich das Maximum seiner Stärke angenommen hat. Es ist hiernach einleuchtend, dafs bei Anwendung sehr langer Drähte für die Elektromagnete eine längere Zeit bis zur Erreichung dieses Maximums vergeht als bei kürzeren Drähten, indem die inducirende Wirkung des Eisens auf einen längeren Draht stärker ist, und deshalb den in ihm vorhandenen Strom stärker hemmt. Bei kurzen Drähten kann die inducirende Wirkung des Eisens im Vergleich mit dem von der Säule erzeugten Strom nur unbedeutend seyn; es wird dieser daher nur eine sehr unbedeutende Hemmung erfahren, und deshalb wird ein Elektromagnet mit kurzem Draht das Maximum seiner Tragkraft bei Anlegung des Ankers fast augenblicklich erreichen.

Schwieriger möchte es seyn zu erklären, weshalb

bei einem mit einem Anker versehenen Elektromagneten eine Zeit für die Abnahme des Magnetismus nach Unterbrechung des Stroms nöthig ist. Denn nach dieser Unterbrechung kann kein Strom durch das Verschwinden des Magnetismus in dem Drahte erzeugt werden, so lange dieser nicht in sich geschlossen ist, und doch vergeht, wie die obigen Versuche zeigen, auch in diesem Falle eine nicht unbedeutende Zeit für diese Abnahme des Magnetismus.

## XX. *Einige weitere Beobachtungen über das Verhalten des Eisens gegen die Salpetersäure* [1]; *von Dr. C. F. Schönbein,*

Professor der Chemie in Basel.

Bei meinen Untersuchungen über die Einwirkung der Salpetersäure auf das Eisen, fiel mir immer der verschiedene Grad der Intensität auf, mit der sie dieses Metall angreift, selbst bei Gleichheit des Wassergehalts und der Temperatur. Diese Intensitätsverschiedenheit der chemischen Wirkung läfst sich am auffallendsten bei einer Säure von 1,35 beobachten. Bringt man z. B. die beiden Enden eines zur Gabel gebogenen Eisendrahtes in eine solche Säure bei gewöhnlicher Temperatur, so werden dieselben in dem Augenblicke des Eintauchens mit stürmischer Heftigkeit angegriffen; nimmt man nach etwa eine Secunde lang angedauerter Thätigkeit die Drahtenden wieder aus der Säure heraus, hält sie einige Augenblicke in der Luft und taucht sie hierauf abermals ein, so wird die Wirkung der Säure auf das Eisen schon merklich schwächer seyn; nach drei- bis viermaligem Eintauchen und Herausnehmen tritt eine ziemlich langsame Action ein, und bei der fünften, spätestens bei der sechsten Eintau-

1) Siehe Ann. Bd. XXXVII S. 390 und 590.

chung erfolgt absolute chemische Indifferenz des Eisendrahtes, welche man an dem vollkommen metallischglänzenden Zustande der Oberfläche des in die Säure tauchenden Drahtendes erkennt. Ob es nun gleich eine unendliche Anzahl von Graden der Actionsintensität giebt, so kann man doch füglich zwei Hauptgrade annehmen, wovon wir den einen die langsame, den andern die rasche Einwirkung nennen wollen. Erstere ist dadurch charakterisirt, dafs sie augenblicklich aufgehoben wird, sobald man den Eisendraht vermittelst Platin innerhalb der Säure berührt; die rasche aber dadurch, dafs unter den gleichen Umständen letzteres Metall keinen Einfluſs mehr ausübt. Ist ein Eisendraht durch wiederholtes Eintauchen in Salpetersäure von oben bezeichneter Stärke passiv gemacht worden, so zeigt er in seiner chemischen Indifferenz viel mehr Stabilität als ein Draht, der durch augenblickliche Berührung mit Platin oder mit einem indifferenten Eisendrahte in den passiven Zustand versetzt worden ist; ja ich habe häufig beobachtet, dafs er (der durch Eintauchen passiv gemachte Draht) im Stande ist, selbst einen thätigen Eisendraht durch Berührung passiv zu machen, während doch in der Regel ein activer Draht unter diesen Umständen einen passiven in einen activen umwandelt, wie dieſs aus einer meiner früheren Arbeiten zu ersehen ist. Die Ursache dieser gröfseren oder geringeren Stabilität der chemischen Indifferenz des Eisens ist mir noch völlig unbekannt, und ich wage nicht einmal eine Vermuthung darüber auszusprechen. Noch habe ich einer Erscheinung zu erwähnen, die zu den sonderbarsten der Chemie gehört, und die ich schon in der Arbeit Herschel's über die Salpetersäure angedeutet finde, ohne dafs aber dort die Art und Weise, wie sie veranlafst werden kann, deutlich beschrieben wäre. Auch sagt erwähnter Naturforscher, dafs sie nur bisweilen eintrete, während sie, nach meinen Erfahrungen, nach Belieben hervorgebracht werden kann, sobald man nur bestimmte Bedingungen genau

erfüllt. Auch kann, im Widerspruche mit Herschel's Angaben, die Erscheinung in Salpetersäure stattfinden, die ganz frisch ist und noch zu keinem andern Zwecke, z. B. zum Hervorrufen der chemischen Indifferenz des Eisens, gedient hat; und es ist das Eintreten der fraglichen Erscheinung keinesweges nur von der Beschaffenheit der Säure, sondern auch von einem bestimmten Zustande des Eisens abhängig. Doch nun zur näheren Beschreibung des Phänomens selbst. Hat man entweder einen einfachen Eisendraht oder die Enden eines zur Gabel gebogenen, durch wiederholtes Eintauchen in Salpetersäure von 1,35 und einer Temperatur von 12° bis 15° indifferent gemacht, befinden sich die Gabelenden in dieser Säure, und berührt man, vermittelst eines in dieselbe tauchenden Kupfer- oder Messingdrahtes, eines der Drahtenden, so werden, gemäfs meiner früheren Angaben, beide gleichzeitig, und zwar, in dem vorliegenden Falle, langsam activ. Diese Thätigkeit ist jedoch nicht, wie man erwarten sollte, eine stetige, sondern sie findet stofsweise statt; mit anderen Worten, es wird unter diesen Umständen der Eisendraht abwechselnd activ und passiv, und diefs geschieht anfänglich in Intervallen von etwa einer Zeitsecunde, welche jedoch im Verlaufe der Action immer kürzer werden, bis endlich die rasche Wirkung eintritt. Das abwechselnde Auftreten und Verschwinden von Gasblasen am Eisendrahte giebt der Erscheinung das Ansehen, als fände in der Flüssigkeit eine intermittirende, von dem Metalle ausgehende Phosphorescenz statt, und als würden die entlang des Eisens sich entwickelnden Gasbläschen von diesem abgestofsen. Eine genauere Beobachtung des Vorganges zeigt jedoch, dafs weder das Eine noch das Andere geschieht. Hie und da ereignet es sich, dafs, nach einer gewissen Anzahl solcher Stofswirkungen, der Eisendraht in den Zustand vollkommener Indifferenz zurücktritt, welcher Zustand jedoch immer wieder aufgehoben wird, wenn man das Eisen innerhalb der Säure

mit einem Messing, oder Kupferdrahte berührt [1]). Sehr häufig zeigt sich aber beim Eisendraht die Tendenz zum Rückfall in die Indifferenz so stark, dafs die stofsweise Thätigkeit nur dadurch unterhalten werden kann, dafs man das Eisen in fortwährender Berührung mit einem Messingdraht erhält.

Veranlafst man in der nämlichen Säure an mehreren unter einander nicht verbundenen Drähte gedachte Pulsationserscheinung, so finden an denselben die Stöfse nicht ganz gleichzeitig statt, immer erfolgen sie an dem einen Draht rascher als an dem andern, jedoch ist die Differenz nie sehr grofs; bringt man aber die Drähte entweder innerhalb oder aufserhalb der Säure in leitende Verbindung untereinander, so finden in dem ganzen Drahtsysteme die Pulsationen haarscharf gleichzeitig statt, und tritt dauernde Indifferenz an einem Drahte ein, so erfolgt dieselbe in dem nämlichen Augenblick an allen übrigen Drähten, wie grofs deren Anzahl auch seyn mag. Hinsichtlich der Umstände, welche dahin streben, die beschriebene Erscheinung zu verhindern und eine stetige chemische Thätigkeit einzuleiten, haben mir meine Untersuchungen gezeigt, dafs Temperatur und Wassergehalt der Säure von entscheidendem Einflusse sind. Wendet man z. B. eine Säure von 1,35 an, und erwärmt dieselbe nach und nach, so tritt die Erscheinung um so schwieriger ein, je höher der Wärmegrad geht, auch erfolgen die Pulsationen mit Steigerung der Temperatur immer schneller auf einander, bis endlich bei einem bestimmten Wärmegrad der Säure, den ich aber noch nicht genau ausgemittelt habe, die rasche Wirkung eintritt, die immer eine stetige ist. Die oben angeführte Thatsache, dafs die Stofsthätigkeit nach und nach von selbst, d. h. ohne

1) Ich gebe diesen vor einem Eisendrahte den Vorzug, weil letzterer sehr häufig bei der Berührung mit dem passiven Eisen selbst in diesen Zustand versetzt wird, und dadurch die beabsichtigte Wirkung versagt.

künstliche Erwärmung in die stetig rasche übergeht, erklärt nach eben Gesagtem sich sehr leicht; bei jedesmaliger Einwirkung der Säure auf das Eisen wird eine gewisse Menge von Wärme entwickelt, somit die Temperatur der Säure im Verhältnifs der Anzahl stattgehabter Einwirkungen oder Stöfse gesteigert, bis sie endlich den Wärmegrad erreicht hat, welcher die rasche Einwirkung veranlafst. Ein beachtenswerther Umstand ist, dafs diese immer an der Oberfläche der Säure und nie unterhalb derselben beginnt, was wohl nicht aus einer Verschiedenheit der Temperatur der verschiedenen Flüssigkeitsschichten erklärt werden kann. Was nun die das fragliche Pulsiren aufhebende Wirkung des Wassers betrifft, so läfst sich diese leicht nachweisen. Läfst man z. B. in die Säure, worin ein Eisendraht eben pulsirt (ich weifs für diese Erscheinung keinen besseren Ausdruck zu gebrauchen), Wassertropfen fallen, so folgen die Stöfse um so schneller auf einander, jemehr Wasser zugesetzt wird, und hat die Säure einen bestimmten Verdünnungsgrad erreicht, der von mir ebenfalls noch nicht genau bestimmt worden ist, so tritt die stetig rasche Wirkung ein, die durch kein Mittel mehr in eine pulsirende umgewandelt werden kann. Ein so sonderbares Phänomen, wie das in Rede stehende, verdient gewifs alle Beachtung der Chemiker. Nach dem dermaligen Stande unserer chemischen Theorien möchte es aber schwer, wo nicht unmöglich seyn, eine nur plausible, geschweige eine genügende Erklärung darüber zu geben, wie es komme, dafs die Affinität des Eisens zum Sauerstoffe in dem Augenblicke wirksam, in dem andern unthätig sey, ihre Thätigkeit wiederkehre und wieder verschwinde; während doch die aus bekannten Umständen, unter welchen sich das Eisen befindet, von der Art sind, dafs man eine ununterbrochene Auflösung und Oxydation desselben erwarten sollte. Ich habe alle Ursache anzunehmen, dafs bei gleichbleibender Säure, gleichbleibend

so-

sowohl in Bezug auf ihren Wassergehalt, als auf ihre Temperatur, die erfolgenden Pulsationen an Eisen eben vollkommen isochron seyn würden, als dieſs die Schwingungen eines Pendels sind; was, wenn obige Annahme nicht ungegründet ist, bewiese, daſs an der Oberfläche des von der Säure umgebenen Metalles gleichzeitige Wechsel entgegengesetzter Zustände eintreten, oder wenn man lieber will, daſs in den, diese Oberfläche constituirenden Theilchen, unter den angegebenen Umständen, irgend eine Art isochroner Vibrationen stattfindet, deren Wirkung unmittelbar in dem regelmäſsigen Wechsel chemischer Thätigkeit und Indifferenz sich äuſsert.

## XXI. *Versuche über die Netzbarkeit der Oberflächen verschiedener Körper; von F. Degen in Stuttgart.*

Bei der Wiederholung der Versuche von Faraday über die Eigenschaften des Platins, auf seiner Oberfläche Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser zu verbinden, fielen mir einige Erscheinungen auf, die mich veranlaſsten, zu untersuchen, unter welchen Umständen die Oberflächen der Körper die Eigenschaft erhalten, vom Wasser und einigen anderen Flüssigkeiten leicht genezt zu werden, unter welchen sie diese Eigenschaft verlieren, und in welchem Zusammenhang der verschiedene Zustand des Platins in Beziehung auf Netzbarkeit mit seiner Eigenschaft steht, aus Knallgas Wasser zu bilden.

Hr. Prof. Magnus hatte die Güte mir zu gestatten, einige dieser Versuche unter seiner gefälligen Mitwirkung in seinem Laboratorium zu machen.

### Zustand der Oberfläche von Körpern, die vom Wasser nicht genetzt werden.

Die meisten festen Körper, welche eine glatte Oberfläche haben, werden, wenn sie sich einige Zeit an der

Luft befunden haben, vom Wasser nicht genetzt, dieses zieht sich auf ihrer Oberfläche in Tropfen zusammen, wenn sie nach dem Eintauchen herausgenommen werden, und kann durch Schlagen fast ganz entfernt werden. Wiederholte Versuche zeigten mir, dafs Glas und Platin, deren Oberflächen vollkommen rein sind, oft selbst von verdünnter und concentrirter Schwefelsäure nicht vollständig genetzt werden, und eben so wenig von Kalilösungen von verschiedenen Graden der Concentration. Zuweilen geschah es aber doch, dafs die Oberfläche von Glasröhren und Platinblechen nach dem Eintauchen in concentrirte Schwefelsäure sich vollständig damit überzogen zeigte. Wurden sie dann, noch mit der Säure benetzt, in reines Wasser gebracht und darin herumbewegt, so zog sich dasselbe bei dem Herausnehmen mit Säure in Tropfen zusammen. Gerade so verhielten sich Platinbleche, die, von Kalilösung genetzt, mit Wasser gewaschen wurden. Von Aether und Alkohol wurde durch Wasser nicht netzbares Platin und Glas vollständig genetzt. Das Wasser, mit dem diese Flüssigkeiten fortgewaschen wurden, zog sich aber auch immer in Tropfen zusammen. Eine gut polirte Kupferplatte läfst sich auf einige Augenblicke mit concentrirter Schwefelsäure oder Kalilauge netzen, und dann die ganze anhängende Flüssigkeit mit der Spritzflasche wegspritzen, so dafs nur noch einige Tropfen hängen bleiben, der gröfste Theil der Fläche aber ganz trocken ist. — Dafs die Oberfläche der glatten Körper von Körpern sehr verschiedener Natur und entgegengesetzten chemischen Charakters, wie Kali und Schwefelsäure, entweder gar nicht genetzt wird, oder, wenn dieses der Fall ist, sich nach dem Abwaschen derselben in unveränderter Beschaffenheit, was die Netzbarkeit durch Wasser betrifft, zeigt, scheint zu beweisen, dafs der Widerstand gegen Netzung nicht in einem Ueberzug aus einer festen Substanz (einem Schmutz) bestehe, der doch gegen eine der probirten Flüssigkeiten Anzie-

hung zeigen müfste, wohl aber könnte das ganze Verhalten von anhängender Luft herrühren.

Neu entstandene Flächen an Körpern scheinen immer vollständig von Wasser genetzt zu werden, wenigstens zeigten sich verschiedene Arten von Schlacken, welche unter Wasser zerschlagen wurden, auf den neu entstandenen Bruchflächen immer ganz befeuchtet, während sich auf den älteren Flächen derselben das Wasser beim Herausnehmen immer in Tropfen zusammenzog.

Mittel die Netzbarkeit der Flächen herzustellen.

Durch Erhitzen können die Körper vollkommen netzbar gemacht werden, zuweilen ist hiezu Glühhitze erforderlich, oft blofs eine Temperaturerhöhung von einigen hundert Graden. Platinplättchen wurden geglüht und noch heifs in Wasser getaucht. Sie wurden dann immer vollständig genetzt; auch wenn sie sogleich nach dem Erkalten eingetaucht wurden, verbreitete sich das Wasser fast immer gleichförmig auf ihrer Oberfläche. Uhrgläser, die vor dem Glühen gar nicht genetzt wurden, wurden immer befeuchtet, wenn sie sogleich nach dem Erkalten in Wasser getaucht wurden. Eben so verhielt sich ein Plättchen von reinem Silber. Platinplättchen wurden heifs in Quecksilber getaucht, bei dem Herausziehen blieb Quecksilber daran hängen, welches sich ziemlich gleichförmig auf ihrer Oberfläche verbreitet zeigte; doch war die Fläche nicht amalgamirt, denn das Quecksilber liefs sich durch Abwischen mit Papier wieder hinwegnehmen. Es wurde noch auf andere Weise versucht den Zustand der Netzbarkeit bei Körpern hervorzubringen. Wenn anhängende Luft der Grund ist, dafs Körper nicht genetzt werden, so war anzunehmen, dafs durch Aufheben des Luftdrucks diese Luft vielleicht entfernt werden könnte. Es wurde daher ein nicht netzbares Platinblech und ein in eben dem Zustand befindliches Uhrglas unter die Glocke der Luftpumpe ge-

bracht, und die Luft so weit verdünnt, dafs ihr Druck nur noch eine Par. Linie betrug. Als nach 48 Stunden diese Körper herausgenommen wurden, konnte sie aber das Wasser noch nicht befeuchten. In Wasser getauchtes Platin wurde unter die Glocke gebracht und das Wasser durch Auspumpen der Luft einige Zeit lang im Kochen erhalten. Als hierauf das Platin aus dem Wasser genommen wurde, zog sich das, was von diesem daran hängen blieb, doch wieder in Tröpfchen zusammen. Es scheint also, dafs wenn die Luft die die Netzung verhindernde Ursache ist, die Quantität derselben auf der Oberfläche sich nicht in dem Verhältnifs vermindert, in welchem der äufsere Druck abnimmt. Ferner wurde durch ein Platinblech, welches nicht genetzt wurde, eine stark geladene Leidner Flasche entladen; es erhielt aber auch hiedurch keine Netzbarkeit. Umgekehrt verlor aber auch netzbares Platin durch Hindurchleiten eines elektrischen Schlages die Eigenschaft, befeuchtet zu werden, nicht.

### Umstände, unter denen die Netzbarkeit verloren geht.

Liegen Körper, deren Oberflächen vom Wasser und anderen Flüssigkeiten leicht benetzt werden, einige Zeit lang an der Luft, so verlieren sie diese Eigenschaft. Die Zeit, in der dieses geschieht, ist sehr verschieden. Bei Platin, besonders wenn es sehr gut polirt ist, tritt es oft schon einige Minuten nach dem Erkalten ein, gewöhnlich aber erst nach Stunden oder Tagen. Bei Glas ist oft nach zwei Tagen die Befeuchtbarkeit nicht verloren gegangen.

Eine netzbare Fläche kann sogleich in eine nicht netzbare verwandelt werden, indem man sie mit einem Stück Zeug oder Papier abreibt. Dafs auch hier nicht eine Beschmutzung der Grund der Veränderung sey, scheint daraus hervorzugehen, dafs das Glas durch das Abreiben nichts an seinem Glanz und seiner Durchsichtigkeit verliert, und eben so der Glanz des Platins nicht vermin-

dert wird. Auch gelingt der Versuch vollkommen mit frischem Filtrirpapier, das aus der Mitte eines Buchs herausgenommen wird, und von dem anzunehmen ist, dafs es nie auf seiner ganzen Fläche mit der Hand berührt wurde.

Auch durch Reiben mit harten Körpern kann den Flächen oft die Netzbarkeit benommen werden. Es wurde z. B. ein Plättchen aus reinem Silber geglüht, so dafs es netzbar war. Als es kurz nach dem Erkalten mit einem kurz vorher geglühten, aber wieder abgekühlten Glasstab stark gerieben wurde, so dafs es Politur annahm, so zeigte es sich kaum netzbar. Noch vollständiger ging die Eigenschaft, genetzt zu werden, verloren, wenn der Glasstab, nach dem Glühen und Erkalten, vor dem Reiben des Silberplättchens mit Papier abgewischt wurde.

Um einen weiteren Versuch darüber anzustellen, ob Verdichtung von Luft auf einer Fläche der Grund des Mangels an Netzbarkei sey, wurde Platinschwamm nach dem Glühen in ganz trockner Luft liegen gelassen; die Gewichtszunahme betrug aber, in Uebereinstimmung mit früheren Versuchen von Anderen, in zwei Tagen kaum 1 Milligramm auf 8 Gramm Schwamm. Platinschwamm, Kieselerde und Talkerde, die in Platinfolie geglüht und unter Quecksilber abgekühlt wurden, bewirkten in trockner Luft nach zwei Tagen eine kaum merkliche Volumenverminderung derselben, wenn Temperatur und Druck berücksichtigt wurden. Die Quantität der auf Oberflächen verdichteten Luft ist also in jedem Fall höchst gering.

---

Es ist merkwürdig, dafs Körper, trotz einer kleinen Quantität Wasser, das an ihrer Oberfläche adhärirte, doch die Eigenschaft haben können, nicht genetzt zu werden, was aus folgendem Versuch hervorzugehen scheint. Mehrere Glasröhren, die längere Zeit unberührt in der Luft gelegen hatten, wurden, nachdem sie durch gelindes Ab-

wischen von dem etwa anhängenden Staub befreit waren, mit einem geladenen Elektroskop in Berührung gebracht. Sie entladeten dieses sehr leicht, indem sie seine Elektricität in der Hand abführten. Als sie hierauf in Wasser getaucht wurden, blieb nach dem Herausnehmen nur wenig daran hängen, und was hängen blieb, zog sich in Tropfen zusammen. Hierauf erhitzt und dann erkalten gelassen, wobei sie das ursprünglich adhärirende Wasser verlieren mufsten, waren sie nicht mehr im Stande, das Elektroskop zu entladen, obgleich sie dann von dem Wasser vollkommen genetzt wurden.

Um zu finden, welche Wirkung der verschiedene Zustand der Oberflächen auf Knallgas äufsere, wurden, nach der Angabe von Faraday, zwei Platinbleche mit kaustischem Kali und Schwefelsäure gereinigt. Das erste bewirkte dann, in das Gasgemeng gebracht, in 20 Minuten eine Condensation, die in dem Glöckchen ein Steigen des Wassers um 5 Linien zur Folge hatte. Das zweite brachte in derselben Zeit das Wasser zu einem Steigen von $5\frac{1}{2}$ Linien. Nachdem beide hierauf abgewischt und in das Gas zurückgebracht waren, bewirkte das erste ein Steigen von $2\frac{1}{2}$ Linien und das zweite von 1 Linie in 20 Minuten. Es wurden nun beide über einer Weingeistlampe erhitzt, das erste nicht bis zum Glühen, das zweite bis zu schwachem Glühen; bei jenem betrug nun das Steigen in 20 Minuten 7 Linien, bei diesem 3 Linien. Es kann also durch Abwischen die condensirende Kraft vermindert und durch Erhitzen gesteiwerden.

Da man die wasserbildende Eigenschaft des Platins durch eine starke Verdichtung des Knallgases auf der Oberfläche dieses Metalls zu erklären versucht hat, so schien es mir nicht ohne Interesse zu prüfen, wie sich das Knallgas unter sehr hohem Druck verhalte, indem der stärkste Druck, den meines Wissens dieses Gemisch ausgesetzt wurde, 50 Atmosphären beträgt. Zu dem Ende

schmolz ich in eine starke Glasröhre zwei Platindrähte ein, füllte dieselbe fast ganz mit Wasser, dem etwas Schwefelsäure zugesetzt war, und brachte in dieselbe ein aus einer dünnen oder verjüngten Röhre bestehendes Manometer. Dann wurde die Röhre durch Zuschmelzen geschlossen. Ich entwickelte nun in diesem Apparat mittelst einer Voltaschen Säule Sauer- und Wasserstoffgas, die sich mischten. Bei einem Versuch zerplatzte die Röhre erst nachdem das Manometer einen Druck von 130 Atmosphären, bei einem zweiten, nachdem es *mehr* als 150 Atmosphären angezeigt hatte. Es wäre denkbar, dafs bei so hohem Druck das Manometer deswegen zu viel zeigte, weil etwas von der in ihm befindlichen Luft durch das zunächst befindliche Wasser absorbirt werden könnte. Dafs dieses aber nicht der Fall war, ging daraus hervor, dafs ein sehr kleines Luftbläschen, das die Wassersäule in dem Manometer unterbrach, nie verschluckt wurde. In dem Augenblick des Zerspringens wurde die Röhre bei beiden Versuchen nicht beobachtet, da dieselben ziemlich lange dauerten. Es ist also unentschieden, ob das Zerspringen eine Folge des Entzündens des Gases oder blofs des Drucks war. Jedenfalls scheinen aber die Versuche zu beweisen, dafs bei 150 Atmosphären Druck noch keine Wasserbildung stattfindet.

## XXII. *Weitere vorläufige Nachrichten über fossile Infusorien; von C. G. Ehrenberg.*

(Nach einer neueren Mittheilung in der Berliner Academie der Wissenschaften.)

Dafs der Polirschiefer von Bilin in Böhmen, welcher ein Glied der Tertiärformation ist, zum grofsen Theil ohne alles fremdartige Cäment aus den Kieselpanzern der *Gaillonella distans* und einiger anderen Infusorien be-

steht, ist als ein völlig sicheres Factum mitgetheilt worden. Die geologisch zwar weniger interessanten neueren Kieselguhre und das Bergmehl von Santafiora, welche aber aus noch gröfseren Infusorien-Schalen bestehen, eignen sich noch mehr als der Polirschiefer, dessen sehr kleine Thierchen eine starke und helle Vergröfserung verlangen, diese organischen Verhältnisse zu klarer Anschauung und Ueberzeugung zu bringen. Die gütigen Bemühungen und Mittheilungen Hrn. Alexander von Humboldt's, welcher kürzlich auf seiner Reise nach Teplitz die Biliner Gegend besuchte, und zwei sehr reichhaltige Sammlungen der dortigen Stein- und Gebirgsmassen in den verschiedensten Zuständen mir übersandte, haben neues Material zu den fortgesetzten Untersuchungen geliefert, welche auch neue und reiche Ausbeute gaben.

Ehe ich von dieser, als der, wie es scheint, merkwürdigsten Ausbeute spreche, erwähne ich, dafs eine Untersuchung des Planitzer Polirschiefers (wovon ich durch die freundliche Vermittlung des Hrn. Weifs und durch die gütige Liberalität des Hrn. Freiesleben in Freiberg ein, rücksichtlich des Fundortes ganz sicheres, Stück untersuchen konnte) nun mit Sicherheit ergeben hat, dafs auch das dortige Lager eine Anhäufung von Infusorienschalen ist. Zwar gleicht das untersuchte Stück dem Biliner Saugschiefer, und die Infusorienschalen derselben *Gaillonella distans* sind darin durch ein Kiesel-Cäment erfüllt und verbunden, was die Deutlichkeit ihrer Form etwas stört; allein ich habe einzelne so deutlich gesehen, dafs ich die völlige Ueberzeugung gleichen Verhaltens besitze. Wahrscheinlich giebt es auch dort eine mehr erdige, dem lockeren Polirschiefer ähnliche Form dieses Gesteins, dessen Theile die unveränderte *Gaillonella distans* als Hauptmasse bildet.

Ganz besonders interessant war ein Stück des Casseler Polirschiefers, welches mir Hr. Carus aus Dresden

gütigst überschickte, und worin er auch organische Formen erkannt hatte. Von demselben Fundorte fanden sich auch auf dem Königlichen mineralogischen Museum einige Stücke mit Fischversteinerungen des *Leuciscus papyraceus*. Ganz neuerlich habe ich noch durch die Güte des Hrn. Keferstein in Halle ebenfalls Proben des Casseler Gesteins von Habichtswalde untersuchen können. Dieser Casseler Polirschiefer enthält sieben verschiedene Arten von Panzer-Infusorien, zwischen denen eine lockere, meist kieselige Cämentmasse befindlich ist, die sich nicht deutlich ganz auf organische Fragmente reduciren läfst. Das besonders Merkwürdige dabei ist, dafs, während im Biliner und Planitzer Polirschiefer sich meist Formen befinden, die entweder ausgestorben oder noch nicht aufgefunden sind, während auch die, den noch lebenden ähnlichen Formen gerade solchen angehören, die nicht sehr ausgezeichnet, daher auch weniger sicher für die Ermittlung der Identität sind, so finden sich im Casseler Polirschiefer zwei der ausgezeichnetsten jetzt lebenden Formen wohl unwiderleglich vor. Ich erkenne als solche *Gaillonella varians* und *Navicula viridis*. Auch *Nav. striatula* scheint darunter zu seyn. *Gaillonella varians* und *Nav. viridis* kommen gleichzeitig im Tertiärgebilde von Cassel und im Bergmehl von Santa Fiora vor, und diese haben auch eine der *Navic. Follis* verwandte Form gemein. Aufser 1) *Gaillonella varians*, 2) *Navicula viridis*, 3) *Nav. striatula?* 4) *Nav. Crux* (*cfr. N. Follis adulta*) fand ich im Casseler Gestein bisher noch: 5) *Nav. fulva juv.?* 6) *Nav. gracilis?* und 7) *Nav. Cari n. sp.*, drei weniger ausgezeichnete Arten, deren letzte aber sehr zahlreich und mir unbekannt ist.

Nächst diesen erkannten Verbreitungs-Verhältnissen des Infusorien-Schiefers als Polirschiefer ist nun besonders die reiche Sendung Hrn. von Humboldt's aus Bilin und dem Luschitzer Thale die Veranlassung sehr glücklicher Forschungen geworden. Es besteht dieselbe aus

einer kleineren Sammlung Bilíner Steinarten vom Hrn. Dr. Stolz in Bilin, und aus einer gröfseren vom Hrn. Dr. Reufs, so wie aus vielen von Hrn. von Humboldt gebrochenen Stücken. Eine sorgfältige geognostische Federzeichnung des Hrn. Dr. Reufs verdeutlicht die Lagerung der dortigen Felsmassen.

Der Bilíner Infusorien-Fels bildet auf dem vom Wasserspiegel des Flüfschens Biela etwa 300 Fufs erhabenen Tripelberge (welcher vom Kritschelberge, mit dem er früher verwechselt worden, verschieden ist) das oberste Lager von 14 Fufs Mächtigkeit. Er ruht auf einem Thonlager, welches auf Kreidemergel aufliegt. Unter beiden findet sich als Basis aller dortigen Steinarten Gneus. Die oberen Gesteinmassen lagern sich westlich vom Tripelberge an einen Basalt-Durchbruch, der den Spitalberg bildet, und auf dessen anderer Seite (westlich) Grobkalk mit vielen erkennbaren Versteinerungen kleiner kalkiger Seethiere (vieler Crinoideen) auf dem Gneuse lagert.

Im Polirschiefer liegen die festeren Massen (Saugschiefer und Halbopal) mehr oberhalb nach aufsen, die erdigen unterhalb, oft ohne Ordnung durch einander, die unteren fast horizontal geschichtet.

Die auf den Saugschiefer und den Halbopal, dessen zahlreiche Uebergänge zur Disposition vorlagen, gelenkte besondere Aufmerksamkeit hat nun das schon kaum unerwartete Resultat ergeben, dafs sowohl jener als diese mit den Infusorien ebenfalls in der engsten Verbindung sind. — Der Saugschiefer ist, den mikroskopischen Untersuchungen zufolge, offenbar nur ein Polirschiefer, dessen Infusorienschalen durch formlose Kieselmasse verbunden (cämentirt) und so erfüllt sind, wie es leere und volle fossile Muschelschalen giebt. Dieses Verhältnifs bedingt seine gröfsere specifische Schwere und all seine übrigen Charaktere. Im allmäligsten Uebergange zu den Halbopalen sieht man wie die Cämentmasse auf Kosten

der Infusorienschalen zugenommen und die kleinen Schalen an Menge und Schärfe der Umrisse abgenommen haben.

Die Bildung des Halbopals im Polirschiefer erscheint so, dafs er bei den unmerklichsten Uebergängen aus Saugschiefer knollenartig in diesen eingesenkt liegt. Eine genaue mikroskopische Analyse der verschiedensten Halbopale von Bilin und dem nahen Luschitzer Thale hat erkennen lassen, dafs all diese, zuweilen den Feuersteinen an Härte gleichenden und Funken gebenden Steinknollen theils ganz aus durch ein geringes durchsichtiges Kiesel-Cäment vereinigten Infusorien bestehen, theils auch nur gröfsere Infusorienformen einzeln so in sich eingeschlossen führen, wie Bernstein die Insecten. Oft läfst sich auf das Deutlichste erkennen, dafs die Schichten des Polirschiefers weder durch seine Umwandlung in Saugschiefer (Cämentirung und Durchdringung von formloser Kieselmasse), noch durch die Umwandlung in Halbopal anders verändert worden sind, als dafs irgend etwas einen Theil der Infusorienschalen, besonders die feineren, anfrafs oder auflöste, und damit einen andern Theil, besonders die gröfseren Formen, unverändert einhüllte. Bei diesem Processe ist die Schichtung genau so sichtbar geblieben, wie sie im Polirschiefer zuvor war, und sie bildet die Streifen des Halbopals. Die weifsen, weniger durchsichtigen Streifen sind meist noch wohl erhaltene Lagen von Infusorien. Es hat mithin wohl ein Auflösungsmittel auf die Kieselschalen so eingewirkt, wie Wassertropfen oder Dämpfe auf eine Mehlmasse. Die davon berührten Theile sind ruhig durchdrungen, zum Theil allmälig wohl aufgelöst und in Opalmasse verwandelt worden, oder die an sich keinen bedeutenden Raum einnehmende, eingedrungene, Opal erzeugende Materie hat sich einen mehr oder weniger grofsen Theil der leeren Kieselschalen assimilirt. Der wahre Holzopal, in welchem die Holzsubstanz in Opal verwandelt ist, macht die An-

sicht wahrscheinlich, dafs eine besondere Opalmasse die in Fäulnifs lösliche Holzsubstanz mit Beibehaltung der Form verdrängt hat. Ein Verdrängen der ihren Raum erfüllenden Kieselpanzermasse durch Opalmasse ist nicht so denkbar, daher scheint die Vorstellung anwendbar zu seyn, dafs der Opal sich vielleicht durch blofses Wasser oder ein anderes, nicht flufssaures Lösungsmittel aus Kiesel-Infusorien so bilde, wie der Teig aus Mehl. Ungekneteter Teig hat Mehlstreifen, Halbopal oft Infusorienstreifen in sich. Hydrate sind beide.

In den Halbopalen von Bilin und dem Luschitzer Thale lassen sich als eingeschlossene Körper, den Insecten im Bernstein gleich, erkennen: 1) *Gaillonella distans*, 2) *G. varians*, besonders die gröfseren Individuen, 3) *G. ferruginea*, 4) Kieselspindeln von *Spongien*. Erstere ist meistens ganz aufgelöst, zuweilen aber noch als Hauptmasse im Umrifs etwas abgestumpft erhalten, obschon das Bindemittel ganz glasig erscheint. Die zweite ist meist, im Umrifs abgestumpft, deutlich erhalten. Die dritte ist zuweilen in den ledergelben Exemplaren schön erhalten, gehört aber, ihrer Kleinheit halber, nicht zu den entscheidenden. Nicht unwichtig dürfte gerade die letztere, welche sich vielleicht an feuchten Stellen in den schon gebildeten Polirschiefer hineinbildete, rücksichtlich der Frage über das Einwirken vulkanischer Processe seyn. Glühte ich diese gelben Halbopale, so wurden sie roth und verhielten sich wie Eisen. Das Rothe waren die Gliederfäden der *Gaillonella*. An der Luft konnten sie also wohl nicht schon geglüht gewesen seyn. Die ruhige horizontale Schichtung des Polirschiefers (vielleicht eine Art Jahres- oder Perioden-Tafeln für die Ablagerung) spricht ebenfalls für neptunische Einwirkung. Zur Reinigung konnten heifse Dämpfe vulkanischer Nachbarschaft ohne wirkliches Feuer viel beitragen.

Diese organischen Verhältnisse haben sich an den Biliner Halbopalen über allen Zweifel erheben lassen.

Sehr ähnliche Bildungen mit eingeschlossenen, den organischen verwandten Formen zeigten aber auch die Halbopale von Champigny, die aus dem Dolerit von Steinheim bei Hanau, und die aus der Serpentinbildung von Kosemitz in Schlesien. Die in diese Steine eingeschlossenen sehr deutlichen kugelförmigen mikroskopischen, *nie gröſseren* Körper, welche am Kosemitzer Halbopal oder Hornstein auch als ein weiſses Mehl äuſserlich ansitzen, und innere Blasen erfüllen, könnten zum Theil zur noch jetzt lebenden Gattung *Pyxidicula* gehören. Sie verhalten sich ganz anders als die stalactitischen Säulchen, welche die runden Augen im Achat hervorbringen.

Es war sehr natürlich, daſs ich nun die schon oft von mir untersuchten Feuersteine der Kreide nochmals prüfte. Es geschah dieſsmal mit mehr Intensität, und daher mit mehr Erfolg. Die schwarzen und in kleinen Theilen durchsichtigen Feuersteine zeigen keine deutlichen Spuren eines Einschlusses den organischen ähnlicher mikroskopischer Körper, wohl aber sieht man dergleichen viel in den undurchsichtigen weiſslichen und gelblichen. Die seltneren horizontal gestreiften Exemplare verhalten sich den gestreiften Halbopalen sehr ähnlich. Alle enthalten oft spindel- und kugelförmige, zuweilen mit einer Oeffnung, die kaum eine optische Erscheinung seyn kann, versehene Körper, welche frei in eine durchsichtige Kieselmasse eingehüllt sind. Zuweilen sieht man in letzteren, wie bei *Gaillonella varians* von Cassel, radienartige Streifen vom durchbrochenen Centrum zur Peripherie gehen, und ziemlich deutlich eine besonders begränzte Schale. Die kreideartige Hülle und weiſse Schale der Feuersteine brauſst, wie ich auch mich überzeugt habe, nicht mit Säuren, ist nicht Kreide, sondern Kieselerde, scheint auch nicht durch Verwittern zu entstehen, sondern verhält sich wie die Mehlrinde um einen Teigklumpen, das heiſst sie ist diejenige Lage von Kieselmehl (deutlichen Organismen), welche bei der Bildung des Feuersteins von

der auflösenden oder verändernden Flüssigkeit nur berührt, noch nicht vollständig durchdrungen wurde. Es liegt demnach wohl nahe, dafs die Feuersteine der Kreide sich auf eine sehr ähnliche Weise bildeten wie die Halbopale des Polirschiefers. Die Kieseltheile der Kreide werden sich, wie man es an den verschiedenen Bestandtheilen hoher, senkrecht abgeschnittener Schuttberge sieht, wo sich die an Schwere gleichartigen Dinge, Mörtel, Porcellanscherben, Knochen u. drgl., jedes für sich, allmälig in horizontalen Schichten zusammenfinden, ihrer Eigenschwere halber allmälig an gewissen Stellen anhäufen und Lager von Kiesel-Bergmehl in der Kreide bilden. Drang nun eine auflösende elastische oder tropfbare Flüssigkeit ein, so mufsten sich jene Knollen auch in horizontalen Schichten und Nestern bilden, die schon so viel die specielle Aufmerksamkeit der Geologie auf sich gezogen haben, und wovon einige wohl zuweilen die Form von Holothurien und Corallen besitzen, deren grofse Mehrzahl aber theils des enormen Volumens, theils ihrer ganz unbestimmten Form halber für diese Deutung doch grofse Schwierigkeit geben. Einige andere neue Thatsachen über die mikroskopischen sehr regelmäfsigen Verhältnisse der Kreide und Porcellanerde berühre ich in einer folgenden besonderen kurzen Anzeige [1]). Im Menilit sieht man die Knollenbildung von einer eingedrungenen, an sich fast keinen Raum einnehmenden Substanz, ohne Veränderung der Schichten der Grundmasse, besonders recht schön.

Endlich erwähne ich noch die Untersuchung des Edelopals von Kaschau. In einigen Fragmenten, sowohl des gemeinen Serpentin-Opals von Kosemitz, als des edlen Porphyr-Opals von Kaschau, sah ich ebenfalls eingeschlossene runde Körper, denen im Feuersteine gleich, die gröfste Masse aber war innen homogen. Ich untersuchte dann das Muttergestein des Edelopals, und fand, dafs

1) Man wird sie im Heft 9 dieses Jahrgangs finden.

eine steinmarkartige Masse die Knollen immer unmittelbar umgiebt. Dieses Steinmark von Kaschau hat aber unter dem Mikroskop grofse Aehnlichkeit mit der *Gaillonella distans*, wie sie im Saugschiefer von Bilin vorhanden ist. Ich habe des Auffallenden der Primärformation halber diese und die ähnlichen Erscheinungen oft wiederholt geprüft und verglichen, und ziehe vor es auszusprechen, als es zu verschweigen, werde aber die Untersuchungen mit strenger Prüfung noch fortsetzen, und die Resultate, gleichviel wohin sie die Aussicht öffnen mögen, wenn sie eine gewisse Reife erlangt haben, weiter mittheilen.

Jemehr die zum Theil alten, zum Theil neuen Sätze

*Omnis Calx e vermibus*
*Omnis Silex e vermibus*
*Omne Ferrum e vermibus*

Wahrscheinlichkeit gewinnen könnten, desto nöthiger ist es durch immer strengere Prüfung, welche freilich nicht das Werk einiger Tage seyn kann, die Thatsachen von den Meinungen zu trennen, und erstere nicht durch Wolken zu umhüllen, sondern durch bedachtsame Beobachtung in den wahrscheinlich erreichbaren Gränzen zu umschreiten, welche die Natur ihnen angewiesen hat.

Als bisher ermittelte sichere Thatsachen sind anzusehen:

1) Bergmehl } Neueste Formation
2) Kieselguhr }
3) Polirschiefer }
4) Saugschiefer } Tertiärgebilde.
5) Die Halbopale des Polirschiefers }

bestehen ganz oder zum Theil aus den Schalen von Panzer-Infusorien.

Als *sehr wahrscheinlich* sich eben so verhaltende Steinarten sind erkannt worden:

6) Die Halbopale des Dolerits
7) Die (Edel-) Opale des Porphyrs } Secundär- und Primärgebilde.
8) Die Feuersteine der Kreide

9) Die Gelberde
10) Der Raseneisenstein } Neueste Bildung.
11) Gewisse Arten von Steinmark [1]).

## Berichtigung.

In der ersten Nachricht über die fossilen Infusorien in diesen Annalen, S. 225 dieses Bandes, ist statt 3$\frac{3}{4}$ Quentchen oder 270 Gran zu lesen 3$\frac{1}{4}$ Quentchen oder 220 Gran.

## XXIII. *Galvanische Combinationen; von Dr. Wilhelm Delffs in Kiel.*

Um die relativen Gröfsen der elektrischen Spannungen zu berechnen, welche heterogene Metalle bei ihrer Berührung erlangen, müssen erstens die *Spannungsunterschiede* je zweier sich berührenden Metalle, und zweitens die *Ableitungsgröfsen* derselben, d. h. die relativen Gröfsen der Oberflächen, welche zu beiden Seiten der Punkte liegen, wo Elektromotion stattfindet, bekannt seyn; da der Spannungsunterschied für sich nur ein Maafs für die, zwei

1) Die Untersuchung eines Geschiebes der Mark, welche als *Schwimmstein* angesehen worden (vergl. Klöden, geognost. Beitr. 1834, S. 30) hat mich ganz neuerlich belehrt, dafs ihre Hauptmasse aus gerade solchen freiliegenden Kieselspindeln von Schwämmen (*Spongien*) und den kleinen Kugeln (Infusorien, *Pyxidiculis*?) besteht, welche die Feuersteingeschiebe der Mark in sich zahlreich einschliefsen. Eben diese Körper liegen in dem Mehl der Feuersteinrinde. Es verhält sich also dieser Schwimmstein zum Feuerstein offenbar wie der Polirschiefer zum Halbopal, und er gehört der Kreide an.

zwei Elektromotoren *gemeinschaftlichen*, Spannungen abgiebt, die Ableitungsgröfsen hingegen den relativen Antheil bestimmen, welchen jeder einzelne Elektromotor an dem gemeinschaftlichen Spannungsunterschiede hat.

Der elektrische Zustand einer jeden galvanischen Combination aus mehreren, willkührlich gewählten, Metallen ist freilich das Resultat des gleichzeitigen Einflusses aller einzelnen Paare [1]); um aber die Entstehung dieses Resultats verfolgen zu können, müssen wir nach einander den Einfluſs jedes einzelnen Paares unter Berücksichtigung des zugehörigen Spannungsunterschiedes und der Ableitungsgröfsen bestimmen. Dieſs geschieht, wenn so lange, als es sich um den elektromotorischen Einfluſs eines einzelnen Paares handelt, alle übrigen Metalle als bloſse Ableitungsgröfsen dieses Paares betrachtet werden. Die Summe der, für jedes einzelne Metall erhaltenen, Werthe giebt das Endresultat, welches stets so beschaffen seyn muſs, daſs der Spannungsunterschied jedes einzelnen Paares der Voraussetzung entspricht, und daſs die Quantitäten der positiven und negativen Elektricität gleich sind, weil beide durch die elektromotorische Kraft aus dem ursprünglichen Zustand der Indifferenz hervorgerufen werden.

Für alle nachfolgenden Combinationen gilt die Voraussetzung, daſs die Oberflächen der durch die Buchstaben $A$, $B$, $C$ bezeichneten Metalle einander gleich sind, und die Spannungsreihe der Metalle, mit dem am meisten elektropositiven angefangen, der Reihenfolge des Alphabets entspricht.

I. Wenn also der Spannungsunterschied zwischen $A$ und $B = \pm 1$ ist, so bezeichnet das Schema:

$$A = +\tfrac{1}{2}$$
$$B = -\tfrac{1}{2}$$

1) *Paar* ist der Kürze wegen für *je zwei sich berührende Metalle* gesetzt.

die elektrischen Spannungen der einfachsten galvanischen Combination.

II. Wird jetzt die Ableitungsgröfse des einen Metalls, z. B. die von $B$, verdoppelt, so nimmt die Spannung desselben, vorausgesetzt, dafs die elektromotorische Kraft für einen Augenblick unthätig ist, in demselben Verhältnifs ab, da die Intensitäten im umgekehrten Verhältnifs der Oberflächen stehen, über welche sie verbreitet sind. Aus $-\frac{1}{2}$ wird also $-\frac{1}{4}$. Da der Unterschied der Spannungen beider Metalle jetzt $=\pm\frac{3}{4}$, also kleiner ist, als vorausgesetzt wurde, so wird die elektromotorische Kraft zwischen $A$ und $B$ auf's Neue so lange thätig werden, bis der Spannungsunterschied wieder $=\pm 1$ geworden ist. Zu diesem Ende mufs noch $\pm\frac{1}{4}$ zu der Gesammtspannung hinzukommen, welches, da es aus dem elektrischen Null hervorgeht, der Quantität nach zur Hälfte aus positiver, zur Hälfte aus negativer Elektricität besteht. Da aber das negative Metall eine doppelt so grofse Oberfläche, wie das positive hat, so bringen gleiche Elektricitätsmengen, auf resp. $A$ und $B$ vertheilt, Spannungen hervor, die sich wie 2 : 1 verhalten. Demnach wird die Spannung von $A$ um $+\frac{1}{12}$, die von $B$ um $-\frac{1}{12}$ vermehrt, so dafs das Schema

$$A=+\tfrac{2}{3}$$
$$2B=-\tfrac{1}{3}$$

die Gröfse der Spannungen dieser Combinationen darstellt.

Dasselbe Resultat ergiebt sich aus dem allgemeinen Gesetze, dafs die Spannungen im umgekehrten Verhältnifs der Ableitungsgröfsen stehen. Wegen der Uebereinstimmung der Spannungen dieser Combinationen mit denen der nächstfolgenden, durfte die Ableitung derselben hier nicht übergangen werden.

III. Wenn das Metall $A$ auf zwei Seiten mit dem Metall $B$ in Berührung gesetzt wird, so dafs sowohl zwischen $B^{I}$ und $A$, als auch zwischen $A$ und $B^{II}$ Elektro-

motion stattfindet, und das Verhältnifs der Ableitungsgröfsen von $A : B^1 = A : B'' = 2 : 1$ ist, so stellt das Schema

$$\begin{array}{rcccc} & \overbrace{\quad}^{a} & \overbrace{\quad}^{b} & & \overbrace{\quad}^{c} \\ B^1 = & -\frac{2}{3} & +\frac{1}{3} & = & -\frac{1}{3} \\ A = & +\frac{1}{3} & +\frac{1}{3} & = & +\frac{2}{3} \\ B'' = & +\frac{1}{3} & -\frac{2}{3} & = & -\frac{1}{3} \end{array}$$

den oben ausgesprochenen Grundsätzen gemäfs den Vorgang der Elektromotion dar. Die Spalte $a$ enthält nämlich das Resultat der elektromotorischen Kraft zwischen $B^1$ und $A$, während $B''$ als bloſse Ableitungsgröfse von $A$ betrachtet wird, und auf gleiche Weise die Spalte $b$ dasselbe für $A$ und $B''$, während $B^1$ jetzt als Ableitungsgröfse zu $A$ hinzukommt. — In der That ist diese Combination nur dadurch von der zweiten verschieden, dafs $B^1$ und $B''$ in mehreren Punkten mit $A$ in Berührung stehen und von einander getrennt sind. Beide Unterschiede sind aber ohne Einfluſs auf die Spannungssetzung: der erstere, weil es für die Gröfse der Spannungen gleichgültig ist, ob beide Metalle sich in einem oder mehreren Punkten berühren; der zweite, weil bei der Berührung gleichartiger Metalle keine elektromotorische Kraft auftritt. In der Praxis würde die dritte Combination sich dadurch auf die zweite zurückführen lassen, dafs $B^1$ mit $B''$ durch einen gleichartigen dünnen Metalldraht, dessen Oberfläche als Ableitungsgröfse aufser Acht gelassen werden kann, verbunden wird.

Nach der gewöhnlichen, in den Lehrbüchern ausgesprochenen, Ansicht erhält $B^1$ in der angeführten Combination gar keine Spannung, obgleich man nicht einsieht, aus welchem Grunde $B''$ von $B^1$ bevorzugt seyn sollte. Fechner zeigte schon durch Versuche das Unrichtige dieser Ansicht, nahm aber zur Erklärung unnöthiger Weise seine Zuflucht zu einer condensirten Elektricität. Siehe Fechner's *Lehrbuch des Galvanismus und der Elektrochemie*, S. 30.

IV. Fügt man zu der so eben beschriebenen Combination noch $A'$ hinzu, so dafs $A'$ mit $B''$ in Berührung kommt, so tritt die elektromotorische Kraft an drei Punkten zwischen $B^1$ und $A^1$, $A^1$ und $B''$, und $B''$ und $A'$ auf, und das Verhältnifs der Ableitungsgröfsen für diese drei Fälle ist resp. wie 1 : 3, 2 : 2, 3 : 1. Es ergiebt sich also das Schema

$$B^1 = -\tfrac{3}{4} + \tfrac{2}{4} - \tfrac{1}{4} = -\tfrac{1}{2}$$
$$A^1 = +\tfrac{1}{4} + \tfrac{2}{4} - \tfrac{1}{4} = +\tfrac{1}{2}$$
$$B'' = +\tfrac{1}{4} - \tfrac{2}{4} - \tfrac{1}{4} = -\tfrac{1}{2}$$
$$A' = +\tfrac{1}{4} - \tfrac{2}{4} + \tfrac{3}{4} = +\tfrac{1}{2}$$

welches in dem bereits Gesagten seine Erklärung findet, und darthut, wie die sogenannte Robison'sche Säule zur Verstärkung der Spannungen nichts beitragen kann. Würde hingegen zwischen $A^1$ und $B''$ ein feuchter Zwischenleiter eingebracht, und dadurch die elektromotorische Kraft zwischen diesen beiden Metallen aufgehoben, so würde die zweite Spalte wegfallen, und dadurch die letzte folgende Umänderung erleiden

$$B^1 = -\tfrac{3}{4} \ldots -\tfrac{1}{4} = -1$$
$$A^1 = +\tfrac{1}{4} \ldots -\tfrac{1}{4} = 0$$
$$B'' = +\tfrac{1}{4} \ldots -\tfrac{1}{4} = 0$$
$$A' = +\tfrac{1}{4} \ldots +\tfrac{3}{4} = +1$$

welches den Zustand einer an beiden Polen isolirten Volta'schen Säule aus zwei Plattenpaaren bezeichnet. Auf ähnliche Weise läfst sich der elektrische Zustand einer Säule aus einer ungeraden Anzahl von Plattenpaaren, in welcher der Indifferenzpunkt fehlt, so wie der einer mit einem Pol abgeleiteten Säule darstellen. Wir überheben uns jedoch einer weiteren Ausführung, weil hier zunächst nur von galvanischen Combinationen ohne feuchte Zwischenleiter geredet werden soll.

V. Die Combination bestehe aus den drei Metallen $A$, $B$ und $C$, der Spannungsunterschied zwischen $A$ und $B$, so wie zwischen $B$ und $C$ sey $= \pm 1$; alsdann ist nach dem Gesetz der galvanischen Spannungsreihe der

Spannungsunterschied zwischen $A$ und $C = \pm 2$. Unter diesen Voraussetzungen folgt:

$$A = +\frac{2}{3} + \frac{1}{3} = +1$$
$$B = -\frac{1}{3} + \frac{1}{3} = 0$$
$$C = -\frac{1}{3} - \frac{2}{3} = -1.$$

Die beiden Endglieder erlangen also bei der vorstehenden Anordnung dieselben *Spannungen*, welche sie bei *unmittelbarer* Berührung erlangt haben würden. Man (z. B. Fechner a. a. O. S. 32) hat diesen Satz auf die Endglieder jeder möglichen Combination ausgedehnt, jedoch mit Unrecht, wie theils schon aus der dritten Combination (indem weder $B'$ noch $B''$ nach diesem Satz eine Spannung hätte erhalten dürfen), theils aus den nachfolgenden Combinationen hervorgeht.

VI. Die Ordnung der drei Metalle $A$, $B$ und $C$ werde, unter übrigens denselben, in V. angegebenen Voraussetzungen, dahin abgeändert, dafs $C$ den mittleren Platz einnimmt. Das Schema ist dann folgendes:

$$A = +\frac{4}{3} - \frac{1}{3} = +1$$
$$C = -\frac{2}{3} - \frac{1}{3} = -1$$
$$B = -\frac{2}{3} + \frac{2}{3} = 0.$$

Bei unmittelbarer Berührung von $A$ und $B$ würde dieses $-\frac{1}{2}$, jenes $+\frac{1}{2}$ erhalten haben.

VII. Wenn der Spannungsunterschied zwischen $A$ und $B = \pm 1$, zwischen $B$ und $C = \pm 2$, also zwischen $A$ und $C = \pm 3$ ist, so folgt bei einer Anordnung der Metalle, wie in V.:

$$A = +\frac{2}{3} + \frac{2}{3} = +\frac{4}{3}$$
$$B = -\frac{1}{3} + \frac{2}{3} = +\frac{1}{3}$$
$$C = -\frac{1}{3} - \frac{4}{3} = -\frac{5}{3}$$

während bei Abwesenheit von $B$ die Spannung von $A = +1\frac{1}{2}$, von $C = -1\frac{1}{2}$ gewesen seyn würde.

Aus den Combinationen III, VI und VII geht zur Genüge hervor, dafs wohl die Art, keineswegs aber die Gröfse der Spannungen in den Endgliedern einer galvanischen Combination aus beliebigen Metallen in allen Fäl-

wählter Metalle in allen Fällen derselbe ist, welchen die Endglieder bei unmittelbarer Berührung erlangen würden.

In diesem Gesetz liegt zugleich der Grund für die Thatsache, dafs keine wirksame Kette aus blofsen Metallen gebildet werden kann.

## XXIV. *Bestätigung der Dove'schen Windtheorie durch die Barometerveränderungen der südlichen Halbkugel; von G. Galle.*

Gehülfen der Sternwarte zu Berlin.

Wegen der grofsen Menge wechselnder Luftströme, wie sie in höheren Breiten aus den mannichfaltigsten Ursachen sich bilden, und wegen der Unmöglichkeit, diese Luftströme an etwas anderem, als ihrer Direction, sicher zu unterscheiden, kann es nicht ohne Schwierigkeiten seyn, ein Gesetz nachzuweisen, das in jedem Strome *einzeln*, wenn man ihn isolirt verfolgen würde, stattfinden soll.

Hr. Prof. Dove hat in Bd. XXXVI S. 321 dieser Annalen, auf welche Abhandlung hier verwiesen werden mufs, die Theorie eines solchen Gesetzes, über die Veränderungen der Windesrichtung, gegeben, von dem er in früheren Abhandlungen gezeigt hat, dafs seine Existenz eine Menge ganz verschiedenartiger meteorologischer Erscheinungen erklären würde. Insoweit man aus den Veränderungen der meteorologischen Instrumente darauf geführt wird, haben die Beobachtungsjournale dreier Orte des westlichen Europas mit solcher Präcision den gehegten Erwartungen entsprochen, dafs eine gleiche Bestimmtheit in der wirkenden *Ursache* und ein allgemeineres Stattfinden der Erscheinung auch für andere Punkte der Erde zu vermuthen war.

Wenn aber die am angeführten Orte gegebene Theo-

rie die richtige ist, so müssen auf der südlichen Halbkugel die Veränderungen der Windesrichtung, und mithin die der meteorologischen Instrumente entgegengesetzt denen der nördlichen seyn. Ein sich selbst überlassener Luftstrom mufs von Süd nach Ost hin seine Direction ändern, nicht wie auf der nördlichen Halbkugel von Süd nach West. Das Barometer, wenn es in Europa zwischen SW. und W. sein Minimum und bei NO. bis O. seyn Maximum hat, mufs auf der südlichen Halbkugel diese Extreme resp. bei NW. bis W. und bei SO. bis O. zeigen: folglich mufs auf der südlichen Halbkugel, wenn die behauptete Winddrehung stattfindet, das Barometer bei SW. eben so sehr im Steigen begriffen seyn, als auf der nördlichen bei NW., und bei NO. eben so sehr im Fallen, als auf der nördlichen bei SO. Um dieses erfahrungsmäfsig zu ermitteln, habe ich bei den auf zwei Reisen des preufsischen Schiffs Princefs Luise [1]) angestellten Barometerbeobachtungen die jeder angegebenen Windesrichtung zunächst vorhergehende Barometerhöhe mit der zunächst folgenden verglichen, die dazwischenliegende aber, der Windesrichtung zugehörige, zur Berechnung einer dem Orte und der Zeit entsprechenden barometrischen Windrose benutzt, welcher jene Veränderungen sich alsdann anschliefsen mufsten. In wie weit sich die theoretischen Vermuthungen bestätigt haben, sieht man aus folgenden drei Tabellen, in denen das Zeichen +, unter der Rubrik Veränderung, Steigen, das Zeichen — Fallen des Barometers bedeutet, zu Zeiten, wo der nebenstehende Wind herrschend war.

1) Das Schiff wurde beide Male von Capitain Wendt commandirt. Die Beobachtungen von 1830 bis 1831 finden sich in Meyen's Reise, T. I, die von 1833 erhielt ich handschriftlich durch Güte des Hrn. Geh. Ob. Finanzrath Kaiser.

I. Südliche Halbkugel. 1830 bis 1831.

Mittel aus zwei Monaten.

| Wind. | Barom. Werth. | Veränderung. |
|---|---|---|
| S. | 29″,631 | +0″,023 |
| SSW. | 29 ,509 | +0 ,021 |
| SW. | 29 ,442 | +0 .012 |
| WSW. | 29 ,407 | +0 ,006 |
| W. | 29 ,394 | +0 ,001 |
| WNW. | 29 ,387 | —0 ,004 |
| NW. | 29 ,379 | —0 ,011 |
| NNW. | 29 ,368 | —0 ,016 |
| N. | 29 ,354 | —0 ,015 |
| NNO. | 29 ,375 | —0 ,016 |
| NO. | 29 ,541 | —0 ,028 |
| ONO. | 29 ,846 | —0 ,029 |
| O. | 29 ,967 | —0 ,015 |
| OSO. | 29 ,932 | —0 ,002 |
| SO. | 29 ,867 | +0 ,010 |
| SSO. | 29 ,750 | +0 ,020 |

II. Nördliche Halbkugel. 1830.

Mittel aus 20 Tagen.

| Wind. | Barom. Werth. | Veränderung. |
|---|---|---|
| S. | 337‴,37 | —0‴,122 |
| SSW. | 337 ,31 | —0 ,117 |
| SW. | 336 ,99 | —0 ,047 |
| WSW. | 337 ,14 | +0 ,031 |
| W. | 337 ,28 | +0 ,088 |
| WNW. | 337 ,48 | +0 ,141 |
| NW. | 337 ,85 | +0 ,211 |
| NNW. | 338 ,27 | +0 ,210 |
| N. | 338 ,42 | +0 ,088 |
| NNO. | 338 ,45 | —0 ,048 |
| NO. | 338 ,50 | —0 ,095 |
| ONO. | 338 ,60 | —0 ,097 |
| O. | 338 ,50 | —0 ,084 |
| OSO. | 338 ,43 | —0 ,071 |
| SO. | 338 ,19 | —0 ,066 |
| SSO. | 337 ,94 | —0 ,082 |

III. Südliche Halbkugel. 1833.

Mittel aus sechs Monaten.

| Wind. | Barom. Werth. | Veränderung. |
|---|---|---|
| S. | 29",334 | +0",052 |
| SSW. | 29 ,243 | +0 ,079 |
| SW. | 29 ,208 | +0 ,093 |
| WSW. | 29 ,234 | +0 ,048 |
| W. | 29 ,289 | —0 ,014 |
| WNW. | 29 ,345 | —0 ,041 |
| NW. | 29 ,391 | —0 ,043 |
| NNW. | 29 ,414 | —0 ,042 |
| N. | 29 ,452 | —0 ,045 |
| NNO. | 29 ,503 | —0 ,041 |
| NO. | 29 ,547 | —0 ,021 |
| ONO. | 29 ,561 | —0 ,013 |
| O. | 29 ,567 | —0 ,001 |
| OSO. | 29 ,561 | +0 ,002 |
| SO. | 29 ,527 | +0 ,009 |
| SSO. | 29 ,448 | +0 ,025 |

Die ersten beiden Resultate gehören *einer und derselben Reihe* an, und zeigen, wie der Uebergang über den Aequator die Zeichen der »Veränderung« plötzlich umkehrt, und die eine Regel scharf von der andern abschneidet. Dafs die Zahl der benutzten Beobachtungen nicht zu gering ist, um das Gesetz sehen zu lassen, zeigt erstlich der Erfolg, und zweitens sind bei I und II die Beobachtungen meist stündlich angestellt, die Anzahl also nicht ohne Verhältnifs klein. Um das seltene Vorkommen mancher Windesrichtungen für die Darlegung des Gesetzes unschädlich und dadurch den Sinn der Veränderung augenfälliger zu machen (da das Quantitative ohnehin Discussionen erfordern würde), habe ich in den obigen Tableaus nicht die reinen Mittel angesetzt, sondern sie mit den benachbarten Mitteln zu neuen Mitteln combinirt. Die Abweichungen vom allgemeinen Mittel werden dadurch *kleiner*, aber der *Sinn* der Veränderung kann keinenfalls afficirt werden. Auch habe ich die Beob-

achtungen aller Breiten einer und derselben Halbkugel von 0° bis 60° ohne Unterschied mit einander vermischt, und nichts als das Südliche vom Nördlichen getrennt. No. I. und III. betreffen beide die Umschiffung des Cap Horn, No. II. fällt auf die Reise von Hamburg nach Rio de Janeiro.

## XXV. *Nachtrag zum Aufsatz über die Structur und chemischen Eigenschaften der thierischen Bestandtheile der Knochen und Knorpel; von J. Müller.*

Bei einer Untersuchung der Rippenknorpel fanden Fromherz und Gugert (Schweigg. Journ. Bd. L S. 187) auch Eiweifs und Käsestoff. Käsestoff und Chondrin werden zwar beide von Essigsäure und Alaun gefällt, verhalten sich aber entgegengesetzt gegen überschüssigen Alaun und Essigsäure und gegen Kaliumeisencyanid.

Die oben als Faserknorpel bezeichnete Cartilago Weisbergiana des Kehlkopfs enthält auch einige zellige Höhlungen.

Zellgewebe und seröse Häute geben den gewöhnlichen Leim. Eben so verhält sich das mikroskopisch mit Zellgewebe übereinstimmende, durch seine vitalen Eigenschaften aber davon sich entfernende leimgebende contractile Gewebe der Tunica dartos des Hodensacks.

In Beziehung auf den Gehalt des gewöhnlichen Leims an phosphorsaurer Kalkerde und seine Fähigkeit dieselbe zu binden wurde noch folgender Versuch angestellt. Eine concentrirte Auflösung von Tischlerleim wurde mit kaustischem Kali versetzt, der Niederschlag wurde ausgewaschen und dem Feuer ausgesetzt. Durch das Schwärzen desselben ergab sich ein ganz geringer Antheil von gebundenem Leim. In einem zweiten Versuch wurde der von kali causticum bewirkte Niederschlag von phosphorsaurer Kalk-

erde ausgewaschen, bis das Abfliefsende keine Spur von Reaction auf Leim gegen Galläpfeltinktur zeigte. Dann wurde die im Niederschlag enthaltene Verbindung von phosphorsaurer Kalkerde und Leim mehrere Stunden gekocht. Ich wollte wissen, ob sich durch Kochen die thierische Materie eben so ausziehen lasse, als der Leim aus den geraspelten Knochen. Nach mehrstündigem Kochen enthielt die abfiltrirte Flüssigkeit nur eine ganz geringe Spur von Leim, wie einige Trübung von Galläpfeltinktur zeigte.

Endlich wurde noch ein Versuch in Bezug auf das Verhältnifs des Leims und Chondrins und in Bezug auf die Frage gemacht, ob der gewöhnliche Leim durch eine Verbindung von Chondrin und phosphorsaurer Kalkerde entstehe. Es wurde schon angeführt, dafs liquor kali caustici aus einer concentrirten Lösung von Chondrin keine phosphorsaure Kalkerde fällt, während er viel von diesem Salz aus einer Leimlösung niederschlägt. Liquor kali caustici bewirkt zwar in einer concentrirten Lösung von Chondrin anfänglich auch eine starke Trübung, als wollte sich ein Niederschlag absetzen; aber beim Schütteln löst sich die Trübung bald wieder ganz auf. Der Niederschlag in einer Leimlösung bleibt, auch beim Verdünnen der Lösung mit Wasser. Ich stellte mir nun die Frage: ob gewöhnlicher Leim, nach dem Abscheiden der phosphorsauren Kalkerde, zu Chondrin werde? Demnach wurde eine concentrirte Lösung von Leim mit liquor kali caustici versetzt, dann filtrirt, das Kali durch Essigsäure neutralisirt, die Flüssigkeit abgedampft und die Masse mit viel Weingeist versetzt, welcher das essigsaure Salz lösen mufste. Der Weingeist wurde dann abfiltrirt, der Niederschlag mit Weingeist ausgewaschen. Der nun von dem essigsauren Salz befreite Niederschlag wurde dann wieder in heifsem Wasser gelöst. Er gelatinirte nicht mehr. Essigsaures Blei brachte einen merklichen Niederschlag darin hervor; Essigsäure trübte ein wenig; Alaun trübte nur ein wenig, wenn ein Minimum davon zuge-

setzt wurde, wenn mehr, nicht; schwefelsaures Eisenoxyd trübte anfänglich nicht, bald setzte sich aber ein Niederschlag ab. Dieser Versuch, der wiederholt dasselbe Resultat gab, schien einigermafsen für die Ansicht zu sprechen, dafs der gewöhnliche Leim durch Bindung einer gewissen Menge phosphorsaurer Kalkerde mit Chondrin entsteht. Es sind aber auch positive Gründe vorhanden, welche diese Theorie schwächen. Kali causticum fällt zwar aus Tischlerleim jedesmal sehr viel und der Niederschlag löst sich nicht beim Zusatz von Wasser auf. Aber Hausenblase, sonst mit Tischlerleim übereinstimmend, verhält sich in dieser Hinsicht verschieden. Beim Zusatz von kali causticum zu einer concentrirten Lösung von Hausenblase entstand eine Fällung, die sich aber bei Zusatz von Wasser wieder auflöste, und daher keine phosphorsaure Kalkerde ist. Hausenblase stimmt in dieser Hinsicht mit Chondrin, dafs sich keine phosphorsaure Kalkerde daraus fällen läfst, und doch sind beide Materien von einander so verschieden, wie Tischlerleim und Chondrin.

## XXVI. *Vermischte Notizen.*

1) *Merkwürdige Meeresströme.* Zufolge einer dem Dr. John Davy von einem Dr. White mitgetheilten Nachricht finden sich an der Küste von Cephalonia, etwa anderthalb englische Meilen von der Stadt Argostoli, nahe dem Eingang des Hafens, vier Stellen, wo merkwürdigerweise das Meerwasser fortwährend durch Oeffnungen in den Boden eindringt und dadurch nicht unbedeutende Ströme erzeugt. Sie sind den Einwohnern längst bekannt, von ihnen aber je weder beachtet, noch benutzt worden. Ein englischer Zollbeamte, Stephens mit Na-

men, hat indefs i. J. 1835 den Versuch gemacht, an einem dieser Ströme eine Kornmühle anzulegen, mit aller Aussicht auf einen glücklichen Erfolg. Mittelst eines künstlichen Grabens hat er sich einen senkrechten Fall von 2½ Fufs verschafft, und durch die Abzugsöffnungen, die eine Oberfläche von 200 Quadratzoll darbieten, fliefst das Wasser mit einer Schnelligkeit von 15 Fufs in der Minute ab. Der Abfluſs in alle diese Oeffnungen dauert, sobald der reichlich vorhandene Tang keine Verstopfung bewirkt, ununterbrochen das ganze Jahr, und es ist dabei kein Geräusch zu hören. Auch haben, nach Hrn. Stephens's Beobachtung, starke Erdstöfse keinen Einfluſs auf diese landeinwärts gehende Ströme.

John Davy glaubt, diese Phänomene stehen im Zusammenhang mit den *örtlichen* Erdbeben, welche auf den jonischen Inseln so häufig sind. Erdbeben zeigen sich nämlich am meisten dort, wo der Boden aus einem grauen Thon besteht, in den niederen Theilen von Zante, Santa Maura, Cephalonia (bei Argostoli und Lixuri) und Corfu (District Alleschimo); während sie in den aus Bergkalk und Thonschiefer bestehenden Gebirgsgegenden dieser Inseln, so wie in den granitischen Districten auf Cerigo selten und schwach sind. D. hält diese Erdbeben nicht für vulkanischen Ursprungs, sondern meint, sie entstehen durch das Aufquellen des Mergels bei seiner Benässung durch das eindringende Meerwasser, welche Meinung er durch einige Versuche über diefs Aufquellen zu bekräftigen sucht. (*Edinb. New phil. Journ. Vol. XX p.* 116.)

2) *Gröfste Badhitze für Menschen.* — Marschall Marmont berichtet von seiner neulich in Kleinasien unternommenen Reise unter andern, dafs er zu Brussa (wo er die Temperatur des Mineralbades von Kukurkli = 84° C. und die des Bades von Yeni-Kaplidja = 64° C. fand) einen Türken habe in einem Bade von der Temperatur + 78° C. *lange Zeit* verweilen sehen. — Andere Erfahrungen setzen das Maximum der ertragbaren Bad-

hitze weit niedriger. Dr. Carrère, ein rüstiger Mann, konnte in den warmen Bädern von Roussillon, deren Temperatur = + 50° C., nur drei Minuten verweilen. Lemonnier, der beständig zu Barèges badete, konnte 38° C. ohne Unbequemlichkeit ertragen, vermochte aber im Wasser von 45° C. nur acht Minuten auszuhalten. Er schwitzte heftig im Gesicht, wurde roth und geschwollen am ganzen Leibe, und zuletzt nöthigte ihm eine Betäubung das Bad zu verlassen. Dr. Berger setzt das ohne Unbequemlichkeit ertragbare Maximum der Wärme eines Bades aus *reinem Wasser* auf nur 42° C. Dieselbe Temperatur kann man, nach Newton, mit der Hand aushalten, wenn man sie in Wasser bewegt, dagegen 50° C., wenn man sie ruhig hält. Fordyce, Banks Solander, Blagden, Dundas, Home, Nooth Seaforth und Phipps, die im J. 1774 in einem geheitzten Raume acht Minuten lang eine *Luft*-Temperatur von 128° C. auszuhalten vermochten, fanden im Mittel aus mehren Versuchen, dafs man mit der Hand ertragen könne: in Quecksilber + 47° C., in Wasser + 50°,5 C. in Oel + 54° C. und in Alkohol + 54°,5 C. Ungeachtet aller dieser Erfahrungen und der ihm deshalb von Hrn. Arago geäufserten Zweifel bleibt Marschall M. bei seiner Angabe stehen, und beruft sich, zur Bekräftigung derselben auf einen Augenzeugen der Thatsache, den Oestreicher Dr. Jeng. (*Compte rendu*, 1836, *pt. I p.* 211.)

3) *Lithion.* — Setterberg hat gefunden, dafs der Spodumen, als feines Pulver gemengt mit Kohle (oder besser noch, gemengt und verkohlt mit Oel oder Zukker), in einem glühenden Porcellanrohr so leicht durch einen Strom von Chlorgas zersetzt wird, dafs man das Lithionsalz durch Wasser ausziehen kann (Berzelius, Jahresb. No. 16 S. 95 d. O.).

1836. ANNALEN No. 7.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXVIII.

# I. *Ueber das Sieden von Gemengen zweier Flüssigkeiten und über das Stofsen solcher Gemenge; von Gustav Magnus.*

Wenige Gegenstände in der Physik sind so vollständig erklärt, als die Druckverhältnisse der Dämpfe und die Erscheinungen des Kochens. Allein dennoch giebt es eine Menge von Einzelnheiten, die bisher noch nicht gehörig in Betracht gezogen sind. Hierzu gehören die Erscheinungen beim Kochen zweier Flüssigkeiten, die in demselben Gefäfs erwärmt werden. Hr. Gay-Lussac [1]) hat zuerst eine Erklärung von dem Vorgange beim Kochen eines Gemenges zweier Flüssigkeiten gegeben, die keine Einwirkung auf einander ausüben, und meint, dafs die Temperatur des Siedpunkts eines solchen Gemenges variire, dafs die niedrigste Temperatur, bei welcher dasselbe siede, die sey, bei welcher die Summe der Spannkräfte der Dämpfe beider Flüssigkeiten gleich ist dem Druck der Atmosphäre, und dafs diese Temperatur steigen könne bis zum Kochpunkte der flüchtigsten Flüssigkeit.

Bei Bestimmung des Kochpunkts von verschiedenen flüchtigen Oelen und Wasser, so wie von Schwefelkohlenstoff und Wasser fand ich die Temperatur des Kochpunkts dieser Gemische, stets etwas höher als den Kochpunkt der flüchtigsten Flüssigkeit.

Diese Temperatur des Kochpunkts war unabhängig von der vorhandenen Quantität der flüchtigeren Flüssigkeit, und blieb ganz ungeändert, so lange noch etwas

1) *Annales de chim. et de phys. T. XLIX p.* 393. — Diese Annalen, Bd. XXV S. 498.

von dieser letzteren im tropfbar flüssigen Zustande vorhanden war.

Wurde indefs die Temperatur des Dampfs, der sich aus einem solchen Gemische entwickelt, untersucht, so war dieselbe stets niedriger als die Temperatur der kochenden Flüssigkeit. Auch diese Temperatur des Dampfs blieb ungeändert, so lange die Temperatur der kochenden Flüssigkeit ungeändert blieb, d. i. so lange noch etwas von der flüchtigeren Flüssigkeit im tropfbaren Zustande vorhanden war.

So war z. B. die Temperatur, bei welcher frisch rectificirtes Terpenthinöl, gemischt mit Wasser, unter dem barometrischen Druck von 749$^{mm}$,6 kochte, 102° C., die Temperatur des Dampfs war hingegen nur 94°,5 C.

Ein Gemenge aus Schwefelkohlenstoff und Wasser kochte unter dem barometrischen Druck von 752$^{mm}$,2 bei 47° C., während die Temperatur des Dampfs nur 43°,5 C. war.

So lange noch Schwefelkohlenstoff sichtbar vorhanden war, waren diese Temperaturen ungeändert, die Flüssigkeit siedete, und es destillirte Wasser und Schwefelkohlenstoff über. Sobald aber kein Schwefelkohlenstoff mehr sichtbar war, stieg die Temperatur der Flüssigkeit und des Dampfes, es hörte das Sieden auf und es destillirte nichts mehr über.

Wenn ein Gemisch aus zwei Flüssigkeiten kocht, so mufs die Temperatur desselben so hoch seyn, dafs die Dämpfe der flüchtigeren Flüssigkeit sich ungehindert bilden können, und eine Spannkraft besitzen, die eben so grofs ist, als der Druck, der auf sie ausgeübt wird. Diese flüchtigere Flüssigkeit mufs daher überall, wo sich Dampfblasen aus ihr erzeugen, eine Temperatur haben, die wenigstens so hoch ist als ihr Kochpunkt, denn bei einer niedrigeren Temperatur kann zwar Dampfbildung an der Oberfläche, aber keine Entwicklung von Dampfblasen stattfinden. Nimmt aber diese Flüssigkeit die untere

Schicht ein, so befindet sie sich nicht nur unter dem Druck der Atmosphäre, sondern auch unter dem Druck der über ihr befindlichen Flüssigkeit, sie wird deshalb eine Temperatur annehmen, die noch höher ist als ihr Kochpunkt unter dem gewöhnlichen Luftdrucke.

Bei den Gemischen, die ich untersucht habe, und bei denen die flüchtigere Flüssigkeit die untere war, war auch stets die Temperatur, bei welcher das Gemisch kochte, ungefähr die, welche die flüchtigere Flüssigkeit durch diese Vermehrung des Drucks annehmen mufste.

Die obere Flüssigkeit hat da, wo sie auf der unteren ruht, dieselbe Temperatur als diese, und bevor sie dieselbe angenommen, können keine Dampfblasen aus der unteren Schicht in ihr aufsteigen, weil dieselben sonst bei ihrem Eintreten abgekühlt werden, und dadurch so an Spannkraft verlieren, dafs sie unter dem vorhandenen Druck nicht mehr bestehen können. Deshalb mufs auch diese Flüssigkeit, und folglich das ganze Gemisch, eine Temperatur haben, die wenigstens so hoch ist als der Siedepunkt der flüchtigsten Flüssigkeit.

Während der Dampf aber durch die obere weniger flüchtige Flüssigkeit hindurchgeht, verhält sich der Raum, den er einnimmt, für die Dämpfe dieser letzteren Flüssigkeit wie ein leerer Raum. In diesen Raum werden auch Dämpfe dieser weniger flüchtigen Flüssigkeit eingehn. Die Spannkraft der Dämpfe beider Flüssigkeiten wird nun nur zusammen den Druck zu überwinden haben, der auf sie ausgeübt wird. Es werden daher die Dämpfe der flüchtigeren Flüssigkeit sich ausdehnen und eine um so viel geringere Spannung annehmen, als die Spannung beträgt, welche die Dämpfe der weniger flüchtigen Flüssigkeit ausüben.

Zu dieser neuen Dampfbildung der weniger flüchtigen Flüssigkeit, so wie zu der Ausdehnung des Dampfes der flüchtigeren Flüssigkeit ist Wärme erforderlich. Es werden daher die Dämpfe beider Flüssigkeiten eine nie-

drigere Temperatur annehmen, als die des Kochpunkts der flüchtigeren Flüssigkeit, nämlich die Temperatur, bei welcher die Summe der Spannung der Dämpfe beider Flüssigkeiten gleich dem Druck der Atmosphäre ist. Hr. Gay-Lussac meint, dafs auch das Gemenge selbst in seiner oberen Schicht eine eben so niedrige Temperatur annehmen könne; allein, wenn man die Ausgleichung der Temperatur berücksichtigt, die nach kurzer Zeit theils durch das Aufsteigen der erwärmteren Schichten, theils dadurch eintritt, dafs einzelne Theile der unteren Flüssigkeit mechanisch durch die Dampfblasen fortgerissen, und bis auf die Oberfläche des Gemisches geführt werden, so möchte die Temperatur dieses Gemisches, selbst an seiner Oberfläche, nicht niedriger als die des Kochpunkts der flüchtigeren Flüssigkeit seyn können. Bei den Versuchen wenigstens, die ich angestellt habe, war die Temperatur der obersten Schicht des Gemisches immer etwas höher, als die Temperatur des Kochpunkts der flüchtigeren Flüssigkeit, selbst noch, als über einer sehr geringen Menge von Schwefelkohlenstoff eine drei Zoll hohe Schicht von Wasser angewandt wurde.

Sowohl die Temperatur der Flüssigkeit, als auch die der Dämpfe bleibt ungeändert, so lange sich von beiden Flüssigkeiten Dämpfe genug erzeugen können, damit die Spannkraft der Dämpfe beider Flüssigkeiten in Summe gleich ist dem Druck, der auf sie ausgeübt wird. Dieſs ist stets der Fall, so lange noch beide Flussigkeiten im tropfbaren Zustande vorhanden sind. Es wird daher, wie auch die eben erwähnten Versuche gezeigt haben, die Temperatur des Gemenges und des Dampfes ungeändert bleiben, so lange noch irgend etwas von der flüchtigeren Flüssigkeit tropfbar vorhanden ist.

Bei Anwendung eines Destillationsapparates dringen die Dämpfe beider Flüssigkeiten bei dieser niedrigeren Temperatur in den Kühlapparat und destilliren. Sobald aber von der flüchtigeren Flüssigkeit nichts mehr tropf-

barflüssig vorhanden ist, wird die Spannkraft ihrer Dämpfe geringer, und ist nun nicht mehr vereint mit der Spannkraft der Dämpfe der weniger flüchtigen Flüssigkeit im Stande den Druck der Luft zu überwinden. Die Dämpfe dringen alsdann nicht mehr in den Kühlapparat, und das Destilliren hört auf, wiewohl noch Dämpfe der flüchtigeren Flüssigkeit vorhanden sind.

Gewifs wäre es wünschenswerth, um die Temperatur des Dampfes von einem Gemische zweier Flüssigkeiten zu kennen, die keine Einwirkung auf einander ausüben, einen allgemeinen Ausdruck für die Temperatur zu entwickeln, bei welcher die Spannkraft der Dämpfe zweier Flüssigkeiten in Summe gleich ist dem Drucke der atmosphärischen Luft, wenn die Temperaturen der Kochpunkte dieser Flüssigkeiten bekannt sind. Allein hierzu müfste man auch für die verschiedenen Flüssigkeiten das Gesetz kennen, nach welchem die Spannkraft des Dampfes sich mit der Temperatur desselben ändert. Dieses ist aber kaum für die Wasserdämpfe bekannt.

Für Temperaturen, die dem Kochpunkte der Flüssigkeit nahe liegen, kann man indefs annehmen, dafs die Spannkraft der Dämpfe von verschiedenen Flüssigkeiten einander gleich sind bei gleichen Abständen der Temperaturen von ihren Kochpunkten. Wendet man diefs für die eben erwähnte Beobachtung beim Schwefelkohlenstoff und Wasser an, so findet man, dafs bei der beobachteten Temperatur der Dämpfe dieses Gemenges die Spannkräfte der Dämpfe beider Flüssigkeiten in der That in Summe gleich dem Drucke waren, der auf sie ausgeübt wurde.

Die Temperatur nämlich, bei welcher der Schwefelkohlenstoff unter dem mittleren Drucke des Barometers von 760 Millimet. kocht, ist 46°,6 C. Die Temperatur des Dampfes, der sich aus dem kochenden Gemische von Schwefelkohlenstoff und Wasser entwickelte, war 34°,5 C. Nimmt man nun die Spannkraft der Dämpfe des

Schwefelkohlenstoffs bei dieser Temperatur eben so grofs an, als die Spannkraft der Dämpfe des Wassers bei einer Temperatur, die 3°,1 unter dem Kochpunkte des Wassers liegt, also bei der Temperatur von 96°,9, so ist die Spannkraft der Dämpfe, nach der von Biot mitgetheilten Tabelle, für den Schwefelkohlenstoff bei 43°,5 C. gleich 680$^{mm}$,0. Die Spannkraft der Wasserdämpfe bei derselben Temperatur ist 63$^{mm}$,5. Die Summe der Spannkräfte beider bei dieser Temperatur ist daher 743$^{mm}$,5. Der Barometerstand, bei dem die obige Beobachtung stattfand, war 752$^{mm}$,2. Es geht daraus hervor, dafs bei der Temperatur von 43°,5 C. die Summe der Spannkräfte der Wasser- und Schwefelkohlenstoffdämpfe dem Drucke, der auf sie ausgeübt wurde, so nahe gleich war, dafs die Abweichung innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler fällt.

Für die Beobachtung des Siedpunkts von Terpenthinöl und Wasser kann man dieselbe Betrachtung nicht mit gleichem Erfolge anwenden, weil für einen so grofsen Abstand der Temperatur der Dämpfe dieses Gemenges, nämlich 94°,5 C., von dem Kochpunkte des Terpenthinöls, nämlich 156°,8 C., die Spannkraft der Dämpfe dieses Oels nicht mehr gleich ist der Spannkraft der Wasserdämpfe bei demselben Abstande der Temperatur vom Kochpunkte des Wassers. Vielleicht könnte man umgekehrt die Temperatur der Dämpfe eines solchen Gemenges zweier Flüssigkeiten dazu benutzen die Spannkraft der Dämpfe einer Flüssigkeit für diese Temperatur zu bestimmen, wenn die der anderen Flüssigkeit bekannt ist. Es ist nur zu bedauern, dafs die Anzahl von flüchtigen Flüssigkeiten, die sich nicht mit einander mischen, so gering ist, dafs man durch diese Methode die Spannkraft der Dämpfe nur für sehr wenige Flüssigkeiten, und höchstens nur für *eine* Temperatur unter dem Kochpunkte bestimmen kann.

Wir haben bis jetzt nur den Fall erwähnt, in wel-

chem die flüchtigere Flüssigkeit die untere Schicht einnimmt. Bildet sie hingegen die obere Schicht, so wird sie ihre Wärme von der unteren Flüssigkeit erhalten, und kochen, wie wenn sie sich allein in dem Gefäfse befände. Es ist übrigens auffallend, dafs es so sehr wenige Flüssigkeiten giebt, die keine Einwirkung auf einander ausüben, und von denen die flüchtigere die obere Schicht einnimmt. Ich habe für diese Versuche nur Quecksilber mit Wasser oder Oelen, und Wasser mit Caoutschoucine anwenden können, welche letztere aber hierbei, wie für sich allein, ihren Kochpunkt beständig änderte. Denn die wenigen flüchtigen Oele, die schwerer als Wasser sind, unterscheiden sich so wenig im spec. Gewicht von diesem, dafs sie theils in gröfseren Massen durch das Kochen gehoben werden, theils, wie z. B. das Nelkenöl, bei höherer Temperatur wirklich leichter werden, als das Wasser.

Ganz verschieden von den Dämpfen der Flüssigkeiten, die nicht auf einander einwirken, verhalten sich die Dämpfe zweier Flüssigkeiten, die in ihrem tropfbaren Zustande sich mischen. Es ist bekannt, dafs dergleichen Mischungen ihren Kochpunkt beständig ändern, je nachdem das Verhältnifs der vorhandenen Quantitäten der Flüssigkeiten sich ändert. Die Dämpfe eines solchen Gemisches haben immer dieselbe Temperatur als die kochende Flüssigkeit, und ändern ihre Temperatur mit dieser. Da nun die Temperatur des kochenden Gemenges stets höher ist, als der Kochpunkt der flüchtigsten Flüssigkeit, so ist die Temperatur der Dämpfe ebenfalls höher als diese, und um so viel mehr höher als die Temperatur, bei welcher die Summe der Maxima der Spannungen von den Dämpfen beider Flüssigkeiten gleich dem Druck der Atmosphäre ist. Es geht daraus hervor, dafs die Dämpfe wenigstens von einer von beiden Flüssigkeiten, wahrscheinlich aber von beiden, sich nicht im Maximum ihrer Spannung befinden.

Bringt man eine Flüssigkeit, z. B. Aether, in den leeren Raum einer Barometerröhre, und fügt, nachdem man das Maximum der Spannung der Dämpfe bei der vorhandenen Temperatur beobachtet hat, eine andere Flüssigkeit hinzu, die eine geringere Spannung der Dämpfe bei derselben Temperatur besitzt, und mischbar mit dem Aether ist, z. B. Alkohol, so ist die Spannung der Dämpfe beider Flüssigkeiten geringer als die des Aethers allein, und wird immer geringer, je mehr man von dem Alkohol hinzufügt, so dafs sie, bei einer sehr grofsen Menge von Alkohol im Verhältnifs zum Aether, fast der Spannung des Alkohols bei der vorhandenen Temperatur gleich wird. Dasselbe ist der Fall, wenn man statt des Alkohols Terpenthinöl, oder statt des Aethers Schwefelkohlenstoff oder Caoutschoucine anwendet, oder wenn man Alkohol einbringt und dazu Wasser setzt. Bei diesen Versuchen, die sämmtlich bei 17°,5 C. angestellt sind, waren stets beide Flüssigkeiten in solcher Menge angewendet, dafs sie tropfbar in dem Barometerrohr vorhanden waren. Ganz anders möchte es sich verhalten, wenn diefs nicht der Fall ist, und Hr. Gay-Lussac hat schon gezeigt [1]), dafs bei einer Temperatur, die höher als 100° C. ist, und bei der die beiden Flüssigkeiten nicht im Maximo der Spannung sich befinden, der Raum, den der Dampf von jeder der gemischten Flüssigkeiten einnimmt, derselbe ist, den der Dampf jeder Flüssigkeit für sich einnehmen würde.

Bringt man aber zwei Flüssigkeiten, die sich nicht mit einander mischen, in eine Barometerröhre, so ist die Spannung ihrer Dämpfe bei jeder Temperatur gleich der Summe der Spannungen der Dämpfe von beiden Flüssigkeiten [2]).

1) *Annales de chimie, XCV p.* 314. — Biot, *Traité de physique, I p.* 298.

2) Bei diesen Versuchen können kleine Fehler sehr leicht dadurch entstehen, dafs alle Flüssigkeiten, wenn sie in den leeren Raum

Diese Verschiedenheit in dem Verhalten der mischbaren und nicht mischbaren Flüssigkeiten kann nicht darauf beruhen, dafs zwei Flüssigkeiten, die sich mischen, gleichsam eine neue Flüssigkeit bilden, die ihre eigene Spannung der Dämpfe besitzt. Denn alsdann wäre nicht einzusehen, warum die Dämpfe dieser neuen Flüssigkeit nicht dieselbe Zusammensetzung als die tropfbare Flüssigkeit haben, und doch ergiebt sich aus den Destillationsproducten, dafs diefs nicht der Fall ist. Es beruht diefs Verhalten der mischbaren Flüssigkeiten, wie ich glaube, nur auf einer gegenseitigen Anziehung, die zwischen den Theilen zweier mischbaren Flüssigkeiten stattfindet, in Folge deren die eine Flüssigkeit im tropfbaren Zustande die Theile der andern an sich zieht, selbst wenn diese dampfförmig sind. Hierdurch wird die Spannung der Dämpfe dieser Flüssigkeit vermindert, und zwar um so viel mehr, je mehr von der andern Flüssigkeit tropfbar vorhanden ist, indem die Anziehung um so gröfser ist, je gröfser die Menge der anziehenden Flüssigkeit ist.

Im Allgemeinen wird die Spannung der Dämpfe beider Flüssigkeiten zusammen geringer als die Spannung der Dämpfe der flüchtigsten Flüssigkeit seyn, es wäre jedoch möglich, dafs sie in gewissen Fällen gröfser würde, wenn nämlich die gegenseitige Anziehung zwischen beiden Flüssigkeiten nur gering ist. Bei meinen Versuchen fand ich sie jedoch stets geringer als die Spannung der flüchtigsten Flüssigkeit.

Das Kochen zweier Flüssigkeiten, die mischbar sind, wird hiernach nicht allein von der Spannung der Dämpfe von jeder von beiden Flüssigkeiten abhängen, wie diefs bei den nicht mischbaren Flüssigkeiten der Fall ist, sondern aufserdem auch noch von der Anziehung beider Flüssigkeiten zu einander, und diese Anziehung ändert

des Barometers kommen, Luft entwickeln, die sie absorbirt enthielten.

sich nach dem Verhältnisse, in welchem die Flüssigkeiten gegenwärtig sind.

Für ein bestimmtes Verhältnifs der Flüssigkeiten wird das Kochen bei der Temperatur eintreten, bei welcher die Spannungen, welche die Dämpfe von jeder von beiden Flüssigkeiten durch die Anziehung der andern annehmen, in Summe gleich dem Druck der Atmosphäre sind. Ist bei dieser Temperatur das Verhältnifs der Quantitäten der entstandenen Dämpfe nicht dasselbe, als das der beiden tropfbaren Flüssigkeiten, so werden die von beiden durch das Kochen sich verflüchtigenden Mengen nicht in demselben Verhältnisse stehen, als die zurückbleibenden, und es wird daher das Verhaltnifs der zurückbleibenden Flüssigkeiten sich ändern. Hierdurch ändert sich die Anziehung, die jede von beiden Flüssigkeiten auf die Dämpfe der andern ausübt, und hierdurch ändert sich wieder das Verhältnifs der Dämpfe, so wie die Temperatur, bei der ihre Spannungen zusammen gleich dem Druck der Atmosphäre sind. Es wird sich daher die Temperatur des Kochpunkts fortwährend ändern, und nur in dem einen Falle ungeändert bleiben, in welchem die Quantitäten der Dämpfe, die sich bei dem Kochen verflüchtigen, in demselben Verhältnifs, als die zurückbleibenden Flüssigkeiten stehen.

Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn man Alkohol durch Destillation zu concentriren sucht. Bei einem gewissen Verhältnifs von Alkohol und Wasser verhalten sich die Quantitäten der Dämpfe dieser beiden Flüssigkeiten, bei der Temperatur, bei welcher sie zusammen gleich dem Druck der Atmosphäre sind, wie die vorhandenen Quantitäten der Flüssigkeiten; alsdann hat das Destillat dieselbe Zusammensetzung, wie der Rückstand, und es ist keine Concentration des Alkohols möglich. Setzt man darauf aber dem Gemisch ein Salz zu, das Wasser absorbirt, z. B. Pottasche oder Chlorcalcium, so wird hier-

durch, wie schon Hr. Gay-Lussac [1]) gezeigt hat, die Spannung der Wasserdämpfe bei unveränderter Temperatur vermindert, die Dämpfe des Gemisches bestehen alsdann fast nur aus Alkoholdämpfen, und diese destilliren fast wasserfrei über.

Bei den Versuchen über das Kochen zweier Flüssigkeiten, die nicht mit einander mischbar sind, zeigte sich häufig, wenn die weniger flüchtige Flüssigkeit die obere war, besonders bei flüchtigen Oelen und Wasser, ein heftiges Stofsen, so dafs oft der Versuch unterbrochen werden mufste, um ein gewaltsames Zertrümmern des Apparates zu vermeiden. Ich hatte hierdurch Gelegenheit die Vorgänge bei diesem Stofsen näher zu beobachten. Bringt man nämlich die Kugel eines Thermometers in die untere Flüssigkeit, dicht unter die Oberfläche derselben, also dicht unter die Gränze beider Flüssigkeiten, so sieht man das Thermometer unmittelbar vor dem Stofsen allmälig steigen. Die Flüssigkeiten sind alsdann ganz ruhig, sie wallen nicht, es destillirt nichts über, und die obere Flüssigkeit bildet eine zusammenhängende Schicht über der unteren. Hierbei nimmt das Thermometer einen Stand an, der oft 3° bis 5°, zuweilen aber auch 10° C. höher ist, als der Kochpunkt des Gemisches. Plötzlich entsteht ein Stofsen, die obere Schicht wird durchbrochen, eine grofse Menge von Dampf entwickelt sich, und das Thermometer sinkt bis auf den Kochpunkt des Gemisches hinab, auf welcher Temperatur es ungeändert bleibt, so lange die Dämpfe der unteren Flüssigkeit gehörig durch die obere entweichen. Es scheint also, dafs der Zusammenhang zwischen den Theilen der oberen Flüssigkeit so grofs seyn kann, dafs durch ihn die Dampfbildung in der unteren Flüssigkeit gehindert wird, selbst wenn die Temperatur der letzteren um mehrere

1) Biot, *Traité de physique, II, p.* 200.

Grade höher ist, als sie zum Kochen unter dem verminderten Druck zu seyn brauchte.

Diese höhere Temperatur nimmt die untere Flüssigkeit an, weil sich keine Dämpfe aus ihr entwickeln können. Endlich aber steigt die Spannung ihrer Dämpfe so hoch, dafs sie den Zusammenhang zwischen den Theilen der oberen Flüssigkeit gewaltsam durchbricht und dadurch das Stofsen hervorbringt.

Befindet sich Platindraht, oder, in Ermanglung desselben, Eisendraht in einem solchen Gemisch, so findet durchaus kein Stofsen statt, selbst wenn die obere Flüssigkeit ein ganz dickes, zähes Terpenthinöl ist, das ohne Draht kaum zu kochen möglich ist. Diese Wirkung des Platindrahts ist um so merkwürdiger, als derselbe das Stofsen vollkommen vermeidet, selbst wenn er sich nur in der unteren Flüssigkeit befindet, ohne in die obere hineinzuragen. Man mufs sich aber hüten einen solchen Draht erst in das Gemisch einzuführen, wenn es schon nahe bis zum Kochen erwärmt ist, weil hierbei bisweilen ein so heftiges Aufkochen plötzlich eintritt, dafs die Flüssigkeit gewaltsam aus dem Gefäfse geworfen wird.

## II. *Ueber das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff; von Dr. C. F. Schönbein.*

Professor der Chemie in Basel.

Die in einem der letzten Hefte dieser Annalen mitgetheilte Thatsache, dafs das Eisen, wenn als positiver Pol an einer voltaischen Säule functionirend, unter gewissen Umständen nicht mit dem an ihm ausgeschiedenem Sauerstoff sich verbindet, sondern gegen denselben absolut indifferent sich verhält, ist in wissenschaftlicher Hinsicht zu wichtig, und durch ihren anomalen Charakter zu bedeutungsvoll, als dafs sie nicht zu weiterer Untersu-

chung anspornen und zu tieferer Erforschung des noch so sehr verwickelten und dunkeln Gegenstandes auffordern müfste. Ob ich nun gleich durch meine in neuester Zeit angestellten Versuche noch nicht zur Lösung des Räthsels gelangt bin, so haben sie mir doch wieder einige Resultate geliefert, die geeignet seyn möchten, eine genauere Einsicht in die fragliche Erscheinung anzubahnen. Hoffentlich bleibt es aber meinen schwachen Kräften nicht allein überlassen, einen Gegenstand in's Klare zu setzen, der die delicatesten Fragen der elektrochemischen Theorie berührt, und welcher aller Wahrscheinlichkeit nach zu wesentlichen Modificationen in ihren bis jetzt noch als richtig geltenden Grundlagen führen wird.

Den in meiner letzten Abhandlung mitgetheilten Beobachtungen zufolge hängt das freie Auftreten des Sauerstoffs am positiven Eisen in gewissen wäfsrigen Lösungen von der Art und Weise des Schliefsens der Säule ab, während z. B. in Kalilösung diese Erscheinung eintritt, wie auch jene immer geschlossen werden mag, und unter keinen Umständen Sauerstoff sich entwickelt, wenn die wäfsrige Zersetzungsflüssigkeit Wasserstoffsäuren oder Halogensalze aufgelöst enthält. Aus den zahlreichen Versuchen, die ich mit dem Eisen in den verschiedenartigsten wäfsrigen Lösungen angestellt habe, glaube ich berechtigt zu seyn, in Bezug auf das Verhalten des als positiver Pol functionirenden Eisens gegen den, durch elektrische Thätigkeit an ihm ausgeschiedenen Sauerstoff folgende Erfahrungssätze abstrahiren zu dürfen.

1) In jeder wäfsrigen Lösung einer Sauerstoffverbindung, die für sich schon merklich chemisch auf das Eisen wirkt (Säuren), entwickelt sich an diesem Metalle der Sauerstoff nur in dem Falle, wenn mit ihm die Säule geschlossen wird. Bei abgeänderter Schliefsungsweise tritt die normale Erscheinung ein.
2) In jeder wäfsrigen Lösung einer Sauerstoffverbindung, die (bei gewöhnlicher Temperatur) nicht

merklich chemisch auf das Eisen wirkt (Lösungen der Alkalien und vollkommen neutraler Salze) entwickelt sich an diesem Metalle der Sauerstoff, ganz unabhängig von der Schliefsungsweise der Säule.

3) In jeder wäfsrigen Lösung, einer nicht sauerstoffhaltigen elektrolytischen Verbindung, deren (sogenanntes) negatives Element eine bedeutende chemische Verwandtschaft zum Eisen besitzt (die Wasserstoffsäuren, Halogensalze, Schwefelmetalle etc.) entwickelt sich an diesem Metalle unter keinerlei Umständen der Sauerstoff.

Der Einfluſs, den die chemische Beschaffenheit der Auflösung, wie auch die Schliefsungsweise der Säule, auf das Verhalten des Eisens gegen den Sauerstoff ausübt, ist eine Thatsache von hohem wissenschaftlichen Interesse, die kaum fehlen dürfte, unsere Kenntnifs von dem Wesen der chemischen Affinität zu erweitern. Es ergiebt sich für uns aus derselben das merkwürdige Resultat, dafs das positive Eisen nie den Sauerstoff an sich frei werden läfst, wenn der elektrischen Wirkung auf das Metall unmittelbar eine chemische vorangegangen, oder wenn gleichzeitig mit der elektrischen Wirkung noch die Affinität eines andern Elements, als diejenige des Sauerstoffs zum Eisen in's Spiel kommt. Haben wir z. B. als Zersetzungsflüssigkeit verdünnte Salpetersäure, tauchen wir den positiven Eisenpoldraht in dieselbe ein und schliefsen wir dann die Säule mit dem negativen Pole, so tritt in diesem Falle die normale Erscheinung ein, d. h. der durch die elektrische Thätigkeit aus dem Wasser geschiedene Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen, und es entsteht durch die gewöhnliche chemische Einwirkung der Säure ein Nitrat. Es findet aber bei dieser Schliefsungsweise offenbar vor der elektrischen Wirkung eine gewöhnlich chemische Wirkung auf das Eisen statt, und diese vorangegangene chemische Thätigkeit ist es auch allein, welche das Eisen so disponirt, dafs der nachher durch das-

selbe gehende elektrische Strom in ihm den Zustand der Indifferenz nicht mehr hervorrufen kann; oder mit andern Worten, ist einmal die gewöhnliche chemische Thätigkeit im Eisen erregt, die Oxydation desselben eingeleitet, so kann sie nicht mehr durch die Art von elektrischer Strömung unterbrochen werden, welche, für sich allein wirksam, die Affinität des gewöhnlichen Eisens zum Sauerstoff aufheben würde. Ein ganz gleiches Resultat erhält man, wenn ein gewöhnlicher Eisendraht, ehe derselbe als positiver Poldraht dient, in irgend eine saure Auflösung, z. B. in verdünnte Salpetersäure oder Schwefelsäure getaucht wird. Wie man auch mit einem solchen Drahte die Säule schliefsen mag (vorausgesetzt jedoch, das vorher in die Säure eingetaucht gewesene Drahtende werde in die Zersetzungsflüssigkeit gebracht), so entwikkelt sich kein Sauerstoff an ihm. Höchst sonderbar, und für mich noch ganz unerklärt, bleibt aber die von mir schon früher angegebene Thatsache, dafs der Eisendraht nur einige Augenblicke aus der sauren (stark verdünnten) Zersetzungsflüssigkeit herausgenommen zu werden braucht, um nach seinem Wiedereintauchen Sauerstoffgas zu entwickeln. Von welchem entscheidenden Einflusse übrigens das Vorausgegangenseyn einer chemischen Einwirkung auf das Eisen oder das Nichtstattgefundenhaben einer solchen hinsichtlich des elektrochemischen Resultates ist, zeigt uns das unter 2) ausgedrückte Gesetz. Die Lösung eines Alkali oder eines vollkommenen Neutralsalzes, wie z. B. des Salpeters, übt auf das Eisen keine chemische Wirkung aus, weshalb nun eben bei Anwendung derartiger Flüssigkeiten die Entwicklung des Sauerstoffs nicht im Geringsten von der Schliefsungsweise der Säule abhängig ist. Dafs in der That die Abwesenheit chemischer Einwirkung kalischer oder neutralsalziger Lösungen auf das Eisen es ist, was macht, dafs die Sauerstoffentwicklung bei jeder Schliefsungsweise der Säule stattfindet, geht aus folgendem Versuche auf die über-

zeugendste Art hervor. Bringt man in ein Glas zuerst eine etwas concentrirte Kalilösung, giefst dann ziemlich stark verdünnte Salpetersäure auf jene, so, dafs sich beide Flüssigkeiten nicht mit einander vermischen, führt hierauf den negativen, aus Platin bestehenden Poldraht in die Flüssigkeit ein, und taucht endlich das eine Ende eines gewöhnlichen Eisendrahtes so tief in das Fluidum ein, dafs es in die Kalilösung hinabreicht, und schliefst hierauf die Säule mit dessen anderem Ende, so findet unter diesen Umständen durchaus keine Sauerstoffentwicklung statt; es bildet sich an dem Theile des Drahtes, der in der Salpetersäureschicht steht, ein Eisennitrat, das sich abwärts senkend von der Kalilösung zersetzt wird, während der Drahttheil, welcher sich in letzterer befindet, sich oxydirt. Verbindet man aber das eine Ende des Eisendrahtes zuerst mit dem positiven Pole der Säule, und taucht hierauf dessen freies Ende in die Flüssigkeit so tief ein, dafs es in der Kalilösung steht, so entwickelt sich, wie zu erwarten ist, der Sauerstoff am Eisen in beiden Schichten, und nicht eine Spur von Eisennitrat in der oberen wird gebildet, was aus dem Klarbleiben der Flüssigkeit erhellt. Bei ersterer Schliefsungsweise wird das freie Drahtende von der oberen sauren Schicht vor dem Eintreten der elektrischen Wirkung chemisch afficirt, was bei der zweiten nicht geschehen kann, und daher die Verschiedenheit des Resultates in beiden Fällen. Aus dem unter 3) ausgedrückten Gesetz erhellt, dafs wenn in der Zersetzungsflüssigkeit, aufser der Sauerstoffverbindung (Wasser), noch eine andere elektrolytische enthalten ist, das aus letzterer freiwerdende und am Eisen sich ausscheidende negative Element das Eintreten des indifferenten Zustandes verhindert, welchen der elektrische Strom in ihm hervorzurufen strebt; und zwar wieder aus keinem andern Grunde, als weil besagtes negative Element den Eisendraht zur chemischen Thätigkeit in demselben Augenblicke stimmt, wo sich der Sauerstoff

aus

aus dem Wasser ausscheidet. Es ergiebt sich ferner, dafs der Zustand der chemischen Indifferenz des Eisens nur stattfindet in Bezug auf den Sauerstoff, und auf kein anderes negatives Element. Hievon habe ich mich übrigens auch auf dem directen Wege des Experimentes überzeugt, indem ich einen indifferent gemachten Eisendraht z. B. mit Chlorgas, Bromdampf, wäfsriger Salzsäure etc. in Berührung brachte. Immer wurde der Draht angegriffen, und verhielt sich nachher sowohl gegen den durch die Säule aus dem Wasser abgeschiedenen Sauerstoff, als auch gegen den der Salpetersäure als ein activer. So wenig aber nun das Eisen gegen ein anderes Element, als gegen den Sauerstoff, chemisch indifferent gemacht werden kann, eben so wenig möglich ist es in andern Metallen eine chemische Indifferenz gegen irgend ein Metalloïd, das eine elektrolytische Verbindung bilden kann, durch die erwähnten Mittel hervorzurufen. (Mit Nickel und Kobalt habe ich immer noch keine Versuche angestellt.) Dieses einzig dastehende Verhalten beider Elemente zu einander läfst uns dieselben als die räthselhaftesten Körper erscheinen, und es setzt Beziehungen derselben zu einander voraus, welche die wissenschaftliche Neugierde auf das stärkste reizen, und zu deren genaueren Erforschung anregen müssen. In meiner letzten Abhandlung habe ich unter andern auch der Thatsache erwähnt, dafs ein Eisendraht nicht nur während des Durchganges eines elektrischen Stromes durch ihn indifferent gegen den Sauerstoff sich verhalte, sondern dafs dessen chemisch passiver Zustand auch dann noch fortdauere, nachdem die Strömung aufgehört habe. Diese Thatsache scheint zu beweisen, dafs die chemische Indifferenz des Eisens von elektrischer Strömung unabhängig ist, d. h. dafs dieselbe nicht in einem ähnlichen Abhängigkeitsverhältnifs zu der Elektricität steht, wie z. B. der in leitenden Körpern auftretende Magnetismus zu dem dieselben durchgehenden Strome. Wenn aber die chemische Indif-

ferenz unabhängig von der elektrischen Strömung ist, so mufs sie auf einem ganz eigenen Grunde beruhen, von einer Ursache herrühren, die uns noch gänzlich unbekannt ist. Vielleicht dürfte dieser Grund zunächst in der Fähigkeit der chemischen Affinität des Eisens liegen, eine polare Thätigkeitsform anzunehmen, d. h. unter gewissen Umständen anziehen, unter andern abstofsend gegen den Sauerstoff zu wirken. Gesetzt diese Vermuthung wäre gegründet, so ist freilich damit noch nicht viel gesagt, und namentlich nicht erklärt, wie ein elektrischer Strom im Eisen die Polarisation (man sehe mir diesen Ausdruck nach) bewirke. Ich halte jedoch den geäufserten Gedanken für wichtig genug, um ihn der Würdigung forschungsfähiger Männer zu empfehlen.

## III. *Beobachtungen über die physische Beschaffenheit des Halley'schen Kometen und dadurch veranlafste Bemerkungen; von F. W. Bessel.*

(Mit mehren Abkürzungen aus den *Astron. Nachrichten*, No. 300. 301. 302.)

Während der ersten Periode der Sichtbarkeit des Halley'schen Kometen entwickelte derselbe so auffallende Erscheinungen, dafs es mir unmöglich war, ihnen meine Aufmerksamkeit zu versagen. Mit der Reihe der Beobachtungen über seine scheinbare Bewegung an der Himmelskugel, wurde daher eine zweite verbunden, welche seine Beschaffenheit zum Gegenstande hatte. Die letztere erzeugte das Bedürfnifs, die Wahrnehmungen in einen Zusammenhang zu bringen und sie in so weit zu erklären, dafs ihre Möglichkeit übersehen werden konnte. Dieses war früher nicht geschehen, und konnte nicht ge-

schehen, weil die Kenntnifs der Erscheinungen fehlte. Zur Zeit der Erscheinung des Kometen von 1811 hat uns Olbers nicht nur eine Beschreibung des auffallend gestalteten Schweifes desselben, sondern auch eine Erklärung der Ursachen, welche verschiedene Formen der Kometenschweife erzeugen können, gegeben. Was ich jetzt hinzusetze, beruht theils auf neuen Beobachtungen, theils auf einer theoretischen Untersuchung der Bewegung der Theilchen, welche die Schweife der Kometen bilden. Einiges davon halte ich für hinreichend erwiesen, Anderes für Ansichten, welche weiterer Prüfung, durch sorgfältige Beobachtung anderer Kometen, bedürfen.

Dadurch, dafs ich auch das letztere mittheile, beabsichtige ich nicht, meine Ansichten als begründete Wahrheit geltend zu machen. Vielmehr beabsichtige ich, durch eine durchgeführte Erklärung fühlbar zu machen, auf welche Gegenstände die Aufmerksamkeit bei ferneren Kometenerscheinungen zu richten ist. Ich glaube nämlich, dafs wir weit brauchbarere Beobachtungen über die Beschaffenheit der Kometen besitzen würden, als wir wirklich besitzen, wenn eine Erklärung der Beobachtungen vorhanden gewesen wäre, an welche sich der Widerspruch oder die Bestätigung hätten halten können. Was mich selbst betrifft, so mufs ich gestehen, dafs meine Wahrnehmungen über die Beschaffenheit des Halley'schen Kometen gröfsere Vollständigkeit erhalten haben würden, wenn ich einen Versuch, wie den gegenwärtigen, zur Prüfung vor mir gehabt hätte.

Untersuchungen über die Beschaffenheit der Kometen gehören mehr für die Physiker als für die Astronomen. Sie fallen aber den letzteren zu, weil diese sich vorzugsweise in dem Besitze stärkerer Fernröhre befinden. Es ist indessen bekannt geworden, dafs Hr. Arago, der den Besitz und die Eigenschaften des Astronomen mit denen des Physikers vereinigt, dem Kometen seine Aufmerksamkeit geschenkt hat. Dafs ihm auch meine

Beobachtungen bei seinen Erklärungen von Nutzen seyn mögen, ist ein Wunsch, welcher die Beeilung ihrer Mittheilung vorzüglich veranlafst.

Der Komet zeigte, von seiner ersten Wahrnehmung an, immer eine so starke Verdichtung seines Nebels an einer Stelle, welche ich im Folgenden den Kern nennen werde, dafs sie zwar nicht das Ansehen eines festen Körpers hatte, aber doch ohne Schwierigkeit von dem sie umgebenden Nebel unterschieden werden konnte. So sah ich den Kometen bis zu den letzten Tagen des Septembers und auch noch am 1. October.

Am 2. October heiterte sich der früher bewölkte Himmel um 11 Uhr auf, und nun zeigte der Komet eine beträchtliche Veränderung seines Ansehens. Ich hatte das allerschwächste, nur 45mal vergröfsernde Ocular im Fernrohre des Heliometers; damit erschien der Kern so glänzend, dafs er das Ansehen eines Fixsterns der 6ten Gröfse hatte, und ich in der That glaubte, er stehe vor einem solchen Sterne und das Licht desselben scheine durch ihn hindurch. Ich eilte indessen, die für die Lichtstärke des Fernrohrs zu schwache und fast nur zum Aufsuchen eines Gegenstandes anwendbare Vergröfserung mit einer 179maligen zu vertauschen. Mit dieser gesehen, zeigte sich der Kern nicht mehr wie ein fester, heller Punkt, sondern als eine zwar stark zusammengedrängte, aber dennoch unbestimmt begränzte Lichtmasse, deren Form etwas Merkwürdiges darbot, welches ich gleich näher beschreiben werde. Vorher habe ich den Eindruck angeben wollen, welchen der Komet am 2. October machte, weil man dadurch ein Urtheil über die Gröfse seiner Veränderung erhalten kann. Indessen sieht man einen Gegenstand am Himmel nicht unmittelbar, sondern immer durch die reinere oder mit Dünsten gefülltere Luft: man darf also eine wahrgenommene Veränderung seiner Helligkeit nicht eher als ihm selbst angehörig ansehen, als bis man die Ueberzeugung erlangt hat, dafs die Verschiedenheit der Durchsichtigkeit der Luft nicht zu ihrer Er-

klärung ausreicht. In dem gegenwärtigen Falle glaube ich zwar, dafs der Glanz des Kometen am 2. October, vergleichungsweise mit den vorhergehenden Tagen, zu grofs war, um ihn ganz durch die augenscheinlich stattfindende vollkommene Heiterkeit der Luft erklären zu können, darf aber auch nicht unerwähnt lassen, dafs der Himmel an den vorhergehenden, so wie an einigen folgenden Tagen, an welchen der Komet den Glanz des 2. Octobers gleichfalls nicht zeigte, sehr dunstig war. Da ich daher nicht mit Bestimmtheit angeben kann, ob das veränderte Ansehen des Kometen an diesem Tage zum Theil der gröfseren Durchsichtigkeit der Luft zuzuschreiben ist, so mufs ich unentschieden lassen, ob die grofse Vermehrung des Glanzes, welche am 2. October wahrgenommen wurde, zwischen dem 1. und 2., also sehr schnell, entstanden ist, oder ob sie sich nach und nach eingefunden hat und nur am 2. zuerst sichtbar geworden ist. Wäre das erstere entschieden, so würde damit aufser Zweifel gesetzt seyn, dafs der Komet selbst eine plötzliche Veränderung erlitten, entweder eigenes Licht entwickelt hätte, oder durch stärkere Verdichtung fähiger geworden wäre, das Sonnenlicht kräftig zurückzuwerfen. Denn die Aenderung des Ortes des Kometen gegen die Erde und die Sonne war zwischen dem 1. und 2. Octob. zu unbedeutend, um eine so grofse Aenderung des Ansehens, wie die wahrgenommene, daraus erklären zu können.

Die schon erwähnte Merkwürdigkeit, welche der Komet zeigte, bestand in einer Ausströmung der Lichtmaterie aus dem Kerne, welche einen Kreissector von etwa 90° bildete, beiläufig der Sonne zugekehrt war und bis auf 12″ bis 15″ Entfernung von dem Mittelpunkte, von dem nebeligen Grunde, auf welchem sie lag, unterschieden werden konnte. Die erste der zwölf Zeichnungen, welche ich diesem Aufsatze beilege [1]), zeigt das Ansehen des

1) Von diesen sind hier (Taf. V Heft VI) nur die vier auf den 12. Oct. bezüglichen wiedergegeben, leider, durch ein Versehen des Künstlers, auf viel zu dunklem Grunde und zu scharfer Begränzung der Ausströmung. P.

Kopfes des Kometen; sie ist durch eine Linie abgeschnitten, welche senkrecht auf der Richtung von der Sonne nach dem Kometen steht, so dafs die Sonne lothrecht über dem Kerne des Kometen angenommen werden mufs. Eben so sind die übrigen Zeichnungen zu verstehen. Die Ausdehnung des Nebels konnte, trotz des Mondscheins, bis auf 2 bis 3 Minuten von dem Mittelpunkte verfolgt werden. Ein Versuch, den Positionswinkel der Axe der Ausströmung zu messen, ergab ($12^h\,42'$ M. Z.) $87°\,50'$; allein diese Angabe kann, bei der Unbestimmtheit des Ansehens der Erscheinung, nur als eine unvollkommene Annäherung betrachtet und vielleicht nur bis auf 5° verbürgt werden.

Am 3. October war es trübe, am 4. nur dunstig. Der Komet erschien weit weniger glänzend als am 2., hatte auch, selbst bei der schwächsten Vergröfserung des Instruments, nicht das Ansehen eines Fixsterns; von der Ausströmung konnte ich nichts bemerken. Am 5. erschien der Komet, bei noch unreinerem Himmel, noch unscheinbarer und gleichfalls ohne Ausströmung. Am 8. October heiterte es sich wieder auf. Der Komet glänzte wieder so lebhaft, dafs sein Kern noch mit 120maliger Vergröfserung fest erschien und erst durch noch stärkere Vergröfserung dieses Ansehen verlor. Die Ausströmung war stärker geworden als am 2., der Winkel ihrer Ränder kleiner, etwa 45°, ich konnte sie bis zu 15″ bis 20″ Entfernung von dem Mittelpunkte, von dem hellen Grunde unterscheiden, auf welchem sie lag. Ihren Positionswinkel fand ich ($11^h\,53'$ M. Z.) $=135°\,20'$, jedoch mit kaum gröfserer Sicherheit als am 2. Ihre Begränzung auf der rechten Seite war merklich gekrümmt. Auch war der den Kern umgebende Nebel auf dieser Seite heller als auf der anderen.

Die nächste heitere Nacht war die des 12. Octobers. Der Komet war in seiner Erdnähe, und erschien, mit bloſsen Augen gesehen, heller als die Sterne der zweiten Gröfse im grofsen Bären. Die Ausströmung war grö-

fser und lebhafter geworden, wie die vier, das Ansehen des Kometen in dieser Nacht darstellenden Figuren zeigen. Ich konnte sie bis über 30′ von dem Mittelpunkte verfolgen. Ihre Krümmung nach der rechten Seite war auffallender als am 8. Der Kern des Kometen und seine Ausströmung gewährten das Ansehen einer brennenden Rakete, deren Schweif, durch Zugwind, seitwärts abgelenkt wird. Wenn man die Krümmung an der rechten Seite wegdenkt, so mochten die beiden Begränzungen der Ausströmung einen Winkel von 30° mit einander machen. Da die Nacht heiter blieb, so konnte ich den Kometen 9 Stunden lang, von dem Untergange der Sonne bis gegen 3 Uhr Morgens, verfolgen. Sein *Ansehen* blieb sich, während dieser Zeit, nahe gleich, und erlitt keine wesentliche Aenderung, aufser einer Verminderung des Unterschiedes der Helligkeiten des Kerns und des ihm nächsten Theiles der Ausströmung; dieser war anfangs beträchtlich genug, um beide gehörig unterschieden darzustellen; zur Zeit der letzten Beobachtung aber war er kleiner geworden, so dafs ich bei einer um diese Zeit gemachten Ortsbestimmung, einige Schwierigkeit fand, den Mittelpunkt von dem Anfange der Ausströmung zu unterscheiden. Die *Richtung* aber, in welcher die Ausströmung erschien, erfuhr während dieser Nacht desto gröfsere Aenderungen, wie folgende Messungen ihres Positionswinkels zeigen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6ʰ | 5′ | M. Z. | 208° | 6′ |
| 10 | 34 | - - | 222 | 20 |
| 12 | 40 | - - | 233 | 58 |
| 14 | 24 | - - | 250 | 23 |

Da die Ausströmung heute bestimmter erschien als früher, so sollten diese Messungen auch gröfsere Sicherheit besitzen, als die früheren; ich halte sie in der That für sicherer, allein die Krümmung der Ausströmung an der rechten Seite erschwerte die Beurtheilung der Lage ihrer Axe so sehr, dafs ich dem Positionswinkel doch eine Un-

sicherheit von mehreren Graden zuschreiben mufs. Das was man unter schwächeren Vergröfserungen für einen festen Kern des Kometen hätte halten können, würde ich versucht haben zu messen, wenn die Begränzungen desselben, bei der Anwendung stärkerer Vergröfserungen, nicht gänzlich unbestimmt geworden wären: mit 179maliger Vergröfserung würde ich vielleicht einen Durchmesser von 2″ bis 3″ haben messen können, wenn ich das, was noch beträchtlich hell erschien, hätte messen wollen; eine 220mal. Vergr. vernichtete aber jeden Schein eines festen Körpers, und zeigte, dafs eine Gröfsenangabe völlig willkührlich gewesen seyn würde.

Am 13. Octob. waren die ersten Stunden des Abends heiter und der Komet zeigte sich mit dem gestrigen Glanze, aber von ganz anderer Beschaffenheit. Eine auf beiden Seiten begränzte Ausströmung war nicht mehr vorhanden; statt ihrer lag eine unbegränzte Masse von Lichtmaterie links von dem Mittelpunkte, so wie die Zeichnung sie darstellt. Die Lage derselben konnte ich nur ganz beiläufig schätzen, indem ihre Unbestimmtheit alles Messen unmöglich machte; ihr hellster Theil ging ($7^h$ M. Z.) nördlich vor dem Mittelpunkte des Kometen voran, so dafs sein Positionswinkel gröfser als 270° war; ich glaube, dafs er kleiner gewesen ist als 290°, und bin daher der Meinung, dafs seine Annahme =280° nicht viel von der Wahrheit abweichen wird. Die Lichtmaterie schien sich in gröfserer Menge als gestern auf der Sonnenseite angehäuft zu haben; auf der rechten Seite war wieder mehr derselben vorhanden als auf der linken. Da der Himmel ausgezeichnet heiter und der Mond abwesend war, so ist nicht der geringste Zweifel an der Wirklichkeit der wahrgenommenen grofsen Veränderung des Kometen vorhanden.

Der 14. October gewährte nur eine heitere Viertelstunde, aber eine ausgezeichnet heitere; sie reichte hin, neue grofse Veränderungen des Kometen zu zeigen und die Zeichnung zu entwerfen. Die Ausströmung hatte sich

nicht nur wieder hergestellt, sondern war weit lebhafter und stärker geworden als am 12.; ich konnte sie noch in 45″ Entfernung unter dem Mittelpunkte unterscheiden. Dagegen hatte der Glanz des Kerns abgenommen, so dafs er schon unter 90maliger Vergröfserung das Ansehen der Festigkeit verlor. Die Krümmung der Gränzen der Ausströmung zeigte sich heute an beiden Seiten; an der rechten war der ausströmende Kegel aber heller als an der linken. Der Positionswinkel seiner Axe konnte ziemlich genau beobachtet werden, und fand sich ($7^h$ 14′ M. Z.) $=222°$ 25′.

Am 15. October war der Komet weit weniger hell als gestern; die Ausströmung war schlecht begränzt, so wie die Zeichnung sie darstellt. Ihren Positionswinkel fand ich ($6^h$ 45′ M. Z.) $=176°$ 55′, kann aber diese Bestimmung, bei der schlechten Begränzung des Gegenstandes, nur als eine bis auf mehrere Grade unsichere Annäherung ansehen. Die Richtung des Schweifes des Kometen ging ($6^h$ 56′ M. Z.) fast auf $\gamma$ Draconis zu, etwa einen halben Grad links bei dem Sterne vorbei. Von einer Krümmung des Schweifes, welchen ich bis zu der halben Entfernung des Sterns von dem Kometen sicher verfolgen konnte, zuweilen aber bis fast an den Stern reichen zu sehen glaubte, konnte ich nichts Bestimmtes bemerken. Die angeführte Schätzung seiner Richtung bezieht sich auf den Punkt seiner Axe, welcher in der Mitte zwischen dem Kometen und dem Sterne lag.

Am 20. October war von der Ausströmung nur eine schwache Spur zu sehen, deren Richtung ich nicht bestimmen konnte, weil sie zu undeutlich war. Die Lichtmaterie schien ausgedehnter und gleichförmiger vertheilt zu seyn als früher. So wenig diese Umstände der Erläuterung durch eine besondere Zeichnung werth sind, so theile ich diese doch mit, damit das Verhalten des Kometen, vergleichungsweise mit dem früheren und späteren, anschaulich werde. Sie dient übrigens nur, das Ansehen

der Ausströmung zu versinnlichen; die Richtung derselben ist willkührlich gezeichnet, da ich eben so wenig eine Schätzung als Beobachtung derselben gemacht habe.

Am 22. October war der Komet sehr glänzend, und glich, mit bloſsen Augen gesehen, wenigstens den Sternen der dritten Gröſse. Die Ausströmung war lebhafter als je, hatte aber ihre Form wieder gänzlich geändert, und erschien der Zeichnung gemäſs; sie hatte eine beträchtliche Krümmung nach beiden Seiten angenommen und ihre Helligkeit war durchaus viel gleichförmiger als früher. Ihre äuſsere Begränzung ging, an beiden Seiten, über einen Kreisbogen von etwa 30″ Halbmesser (mit welchem sie in ihrem Scheitel zusammenfiel) hinaus und mochte also etwa parabolisch gekrümmt seyn; die Entfernung jedes ihrer Enden von dem Mittelpunkte des Kometen betrug 35″. Den Positionswinkel ihrer Mittellinie fand ich ($6^h\ 3'$) $=270°\ 20'$; offenbar mit sehr geringer Sicherheit, indem das, was ich für die Mittellinie annehmen konnte, dem Anblicke der Zeichnung zufolge, nothwendig sehr unbestimmt seyn muſste. Die Richtung des Schweifes ging ($7^h\ 28'$ M. Z.) auf $\sigma$ Ophiuchi zu; die Länge desselben konnte ich nur bis auf die Hälfte der Entfernung des Kometen von diesem Sterne verfolgen.

Am 25. October, als es sich wieder sehr schön aufheiterte, war der Kern des Kometen so glänzend, daſs man ihn, als die Dämmerung den Nebel noch fast unsichtbar machte, mit der schwächsten Vergröſserung des Heliometers für einen Fixstern hätte halten können. Die schöne Figur der Ausströmung, welche am 22. sichtbar gewesen war, war verschwunden, und man sah statt derselben nur schwächere Lichtanhäufungen auf beiden Seiten des Mittelpunktes, welche ich in der Zeichnung dargestellt habe. Den Positionswinkel der auf diese Anhäufungen senkrecht stehenden Linie fand ich ($6^h\ 7'$ M. Z.) $=252°$, was aber nur als eine beiläufige Schätzung angesehen werden kann.

Am 28. October sah ich den Kometen nur in den Dünsten des Horizonts, durch welche hindurch ich nichts Eigenthümliches bemerken konnte. Am 29. war sein Ansehen beinahe wie am 25., nur noch weniger bestimmt, wie auch der niedrige Stand des Kometen nicht anders erwarten liefs. Später habe ich ihn nur noch am 8. November gesehen, allein nichts Merkwürdiges mehr an ihm wahrnehmen können.

In den gegebenen Beschreibungen habe ich nicht immer wiederholt, dafs die rechte Seite des den Mittelpunkt umgebenden Nebels fortwährend heller war als die linke. Auch habe ich einiger anderen Eigenthümlichkeiten, welche immer hätten wiederholt werden müssen, nicht gedacht; auf der von der Sonne abgewandten Seite des Mittelpunkts schien weniger Lichtmaterie vorhanden zu seyn, als auf der ihr zugewandten; auch trat in die Krümmung des Nebels auf der Sonnenseite eine dunklere Stelle etwas hinein, so dafs sein Umfang nicht gleichförmig convex erschien. Beides habe ich in den Zeichnungen wiederzugeben gesucht; allein ich mufs bemerken, dafs die vergleichungsweise beträchtliche Helligkeit des Kerns und seiner Ausströmung den Grund, auf welchen beide lagen, wahrscheinlich dunkler haben erscheinen lassen, als er in der Wirklichkeit gewesen ist; die erwähnte Unterbrechung der Krümmung der Begränzung des Nebels am Scheitel war sehr wenig auffallend. Endlich führe ich noch an, dafs mir zuweilen einige Richtungen von dem Kerne aus, mehr Nebel zu enthalten schienen, als andere; ich habe aber wenig Aufmerksamkeit darauf verwandt, da ich sie für geringfügige Modificationen der Helligkeit halte, deren ich überdiefs nicht ganz sicher werden konnte.

Das Merkwürdigste, was der Komet gezeigt hat, ist ohne Zweifel die drehende oder schwingende Bewegung des ausströmenden Lichtkegels, welche sich sowohl zwischen den zusammenhängenden Beobachtungen in der

Nacht des 12. Octobers, als auch zwischen den vereinzelten der übrigen Tage findet. Aehnliches hat man früher nie wahrgenommen; was aber weniger beweist, dafs es bei anderen Kometen nicht sichtbar gewesen sey, als dafs man es nicht beachtet hat.

Um diese Erscheinung unter eine Uebersicht zu bringen, werde ich zuerst die beobachteten Positionswinkel der Axe der Ausströmung zusammenstellen und jedem derselben den Positionswinkel des von dem Kometen nach der Sonne gezogenen gröfsten Kreises, so wie auch den Unterschied beider, oder den Winkel zwischen den Richtungen der Sonne und der Ausströmung beschreiben.

| | M. Z. | Positionswinkel der Ausströmung. | Sonne. | Unterschied. |
|---|---|---|---|---|
| Octob. 2 | 12h 42′ | 87° 50′ | 95° 41′,6 | — 7° 52′ |
| 8 | 11 53 | 135 20 | 116 10,8 | +19 9 |
| 12 | 6 5 | 208 6 | 189 13,6 | +18 52 |
| | 10 34 | 222 20 | 192 53,3 | +29 27 |
| | 12 40 | 238 58 | 194 32,0 | +39 26 |
| | 14 24 | 250 23 | 195 21,9 | +54 31 |
| 13 | 7 0 | 280 0 | 207 9,3 | +72 51 |
| 14 | 7 14 | 222 25 | 219 51,3 | + 2 34 |
| 15 | 6 45 | 176 55 | 229 2,5 | —52 8 |
| 22 | 6 3 | 270 20 | 253 36,0 | +16 44 |
| 25 | 6 7 | 252 0 | 256 17,6 | — 4 18 |

Es geht hieraus hervor, dafs der ausströmende Lichtkegel sich von der Richtung nach der Sonne, sowohl rechts als links, beträchtlich entfernt hat, immer aber wieder zu dieser Richtung zurückgekehrt ist, um auf die andere Seite derselben überzugehen. Es war ein glücklicher Umstand, dafs der Komet am 12. October anhaltend beobachtet und dadurch die Art der Bewegung deutlich erkannt werden konnte: am Anfange dieser Nacht fand sich die Ausströmung schon merklich links von der Richtung nach der Sonne, und im Verlaufe derselben bewegte sie sich noch beträchtlich mehr links; am 13. zeigte sie sich

noch weiter auf diese Seite gegangen; am 14. war sie beinahe zu der Richtung nach der Sonne zurückgekehrt, und am 15. hatte sie sich bedeutend nach der rechten Seite bewegt. Es tritt nun die Aufgabe hervor, die Axe, um welche der ausströmende Lichtkegel sich drehte, aus den Beobachtungen zu erkennen.

Der Verfasser untersucht jetzt zuerst die Annahme, dafs die Ausströmung sich in der Ebene der Bahn des Kometen drehe, oder Schwingungen um eine Axe mache, welche senkrecht auf dieser Ebene steht, und findet, dafs die schwingende Bewegung der Ausströmung etwa eine Periode von 4,6 Tagen und eine Ausdehnung von 60° gehabt habe. Wenn $u - u_0$ der Winkel zwischen der Ausströmung und dem Radiusvector des Kometen ist, positiv genommen, wenn die erstere der Richtung der Bewegung nach vor dem Kometen voraus ist, so ist die Formel:

$$u = u_0 - 60^\circ \sin\left(t \cdot \frac{360^\circ}{4{,}5}\right)$$

wo die Zeit $t$ vom Oct. 14,2825 an gezählt wird.

Wie sie die Beobachtungen der Positionswinkel darstellt, sieht man aus der folgenden Vergleichung der aus ihr berechneten und der beobachteten Winkel der Ausströmung mit der Richtung der Sonne.

| | Rechnung. | Beobachtung. | Unterschied. |
|---|---|---|---|
| October 2 | −17° 31′ | − 7° 52′ | − 9° 39′ |
| 8 | +41 36 | +19 9 | +22 27 |
| 12 | +18 19 | +18 52 | − 0 33 |
| | +32 36 | +29 27 | + 3 9 |
| | +38 29 | +39 26 | − 0 57 |
| | +42 52 | +54 31 | −11 39 |
| 13 | +58 3 | +72 51 | −14 48 |
| 14 | + 2 34 | + 2 34 | 0 0 |
| 15 | −66 36 | +52 8 | −14 28 |
| 22 | +21 31 | +16 44 | + 4 47 |
| 25 | − 7 41 | + 4 18 | − 3 23 |

Ein Theil dieser Unterschiede kann unbedenklich der unvermeidlichen Unsicherheit der Beobachtungen einer so unbestimmten Erscheinung, wie die Ausströmung meistentheils war, zugeschrieben werden. Ich glaube, dafs man

dieses am 15. Octob. thun könnte, wo die Unbestimmtheit sehr grofs war. Die Beobachtung vom 13. Octob. hätte eigentlich nicht in die Reihe der zu vergleichenden gestellt werden sollen, indem der zu beobachtende Gegenstand, nämlich die Ausströmung selbst, nicht vorhanden war, und statt ihrer etwas anderes, eine Anhäufung von Lichtmaterie, genommen wurde. Die letzte Beobachtung vom 12. wird jedenfalls nicht viel gegen die Richtigkeit einer Formel beweisen, mit welcher drei andere Beobachtungen desselben Tages, so weit ihre eigene Sicherheit erfordert, übereinstimmen. Allein die Beobachtung vom 8. Octob. halte ich für entschieden abweichend von der Formel, und würde sie für einen Beweis der Unrichtigkeit derselben ansehen, wenn ich mich für berechtigt hielte, die völlige Beständigkeit der Periode und Ausdehnung der Schwingungen zu fordern. Uebrigens kann man zur theoretischen Rechtfertigung der Formel nichts weiter anführen, als dafs sie eine Annäherung an jede Pendelbewegung gewährt, und unter den periodischen Formeln die einfachste ist.

Mehrere Gründe streiten gegen die Annahme einer andern Axe, einer Drehung um die Richtung von dem Kometen nach der Sonne, so dafs der Verfasser bei der ersten Annahme stehen bleibt.

Da die Beobachtungen der Positionswinkel der Ausströmung für die Richtigkeit ihrer Erklärung durch eine *schwingende* Bewegung sprechen, und da unverwerfliche Gründe anderer Art, wie ich eben gezeigt habe, sich damit vereinigen, so sehe ich kein Bedenken, diese schwingende Bewegung in der Ebene der Bahn als ein Resultat der Beobachtung anzunehmen.

Eine schwingende Bewegung der Ausströmung um die Richtung des Radiusvectors erfordert, dafs die Sonne, aufser der anziehenden Kraft, welche den Schwerpunkt des Kometen nach den Kepler'schen Gesetzen bewegt, noch eine drehende Kraft auf ihn äufsere, deren Resultante entweder, wenn sie nach der Sonne gerichtet ist,

durch einen auf der Sonnenseite des Schwerpunkts des Kometen liegenden Punkt geht; oder, wenn sie von der Sonne abwärts gerichtet ist, durch einen jenseits des Schwerpunkts liegenden Punkt, oder endlich, wenn sie nicht *eine* Resultante, sondern *zwei* Resultanten hat, dafs die eine in dem ersten, die andere in dem zweiten Falle ist. Wäre dieses umgekehrt, so würde jede vorhandene Abweichung der Axe der Ausströmung von der Richtung nach der Sonne sich vermehrt und am Ende in die derselben entgegengesetzte verwandelt haben.

Ferner erfordert die schwingende Bewegung der Ausströmung, dafs der Körper des Kometen selbst diese Bewegung besitze. Da die Theilchen der ausströmenden Materie nicht in einem festen Zusammenhange sind, so nimmt jedes derselben diejenige Bewegung an, welche eine Folge der auf dasselbe wirkenden Kräfte und des ursprünglichen Zustandes seiner Bewegung ist. Eine Zusammensetzung dieser Bewegungen aller Theilchen zu *einer* schwingenden Bewegung fällt mit der Annahme der Festigkeit der Ausströmung zugleich weg. Sie könnte nur durch *die Kräfte* erklärt werden, wenn man *diesen selbst* eine ähnliche schwingende Bewegung beilegen, also etwas annehmen wollte, wovon diese eine Folge ist. Es ist daher der ursprüngliche Zustand der Bewegung, dessen Wirkung wir beobachtet haben, und es geht aus dieser hervor, dafs der Körper des Kometen die leuchtende Materie von einem Theile seiner Oberfläche ausgeströmt und ihre jedesmalige Richtung durch die Richtung dieses Theils bestimmt hat.

Die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne auf schwere Körper reicht aber zur Erklärung einer Schwingung des Körpers des Kometen, von so kurzer Periode als die beobachtete, durchaus nicht hin, und es wird nöthig, eine andere Ursache zu suchen. Es ist zwar gewifs, dafs die der Sonne näheren Theile des Kometen stärker von ihr angezogen werden, als die entfernteren, und dafs

daraus, verbunden mit seiner Bewegung in einer krummlinigen Bahn, eine der wahren Libration des Mondes ähnliche schwingende Bewegung entstehen kann, wenn er einen verlängerten Durchmesser der Sonne zuwendet. Aber wenn auch die Integration der bekannten Differentialgleichung der Libration, in dem Falle einer so excentrischen Bewegung, wie die des Kometen ist, noch nicht überstiegene Schwierigkeiten darbietet, und wenn man auch, wegen der Unbekanntschaft mit den Momenten der Trägheit desselben, noch viel weniger zu einem Zahlenresultate für die Periode der Schwingung gelangen kann, so kann man doch leicht zeigen, dafs die Schnelligkeit der Aenderung des Arguments dieser Bewegung eine Gröfse von der Ordnung der Quadratwurzel aus dem durch den Cubus der Entfernung des Kometen von der Sonne dividirten Producte der Sonnenmasse in seinen Durchmesser ist. Diese Gröfse ist also äufserst klein, oder die Periode der aus der anziehenden Kraft der Sonne entstehenden Bewegung ist äufserst lang. Die beobachtete Bewegung von kurzer Periode kann daher nicht auf diese Art erklärt werden.

Ich sehe weder, wie man sich der Annahme einer *Polarkraft* wird entziehen können, welche Einen Halbmesser des Kometen zu der *Sonne* zu wenden, den entgegengesetzten von ihr abzuwenden strebt, noch welcher Grund vorhanden seyn könnte, die Annahme einer solchen Kraft a priori zurückzuweisen. Es fehlt sogar nicht an einer Analogie, indem die Erde selbst eine Polarität, die magnetische, besitzt, von welcher jedoch nicht bekannt ist, dafs ihre Gegensätze sich auf die *Sonne* beziehen. Sollte *dieses* der Fall seyn, so kann sich ein Einflufs davon in der Vorrückung der Nachtgleichen zeigen.

Dafs diese Kraft, welche zur Erklärung der Schwingungen von kurzer Periode nothwendig erscheint, diese Erklärung vollständig gewähren kann, ist nicht zu bezweifeln. Die Periode hängt von der Stärke der Kraft ab; die

die Ausdehnung von einer willkührlichen, sich auf den ursprünglichen Zustand beziehenden Constante.

Ich füge noch hinzu, dafs, wenn die Sonne auf einen Theil der Masse des Kometen mit einer anderen als der gewöhnlichen anziehenden Kraft wirkt, diesen Theil also stärker oder schwächer anzieht, oder ihn abstöfst, diese besondere Wirkung nothwendig eine *polarische*, d. h. *die entgegengesetzte Wirkung auf einen anderen Theil der Masse bedingende* seyn mufs. Wäre dieses nicht der Fall, so würde die Summe aller Kräfte, welche die Sonne auf die ganze Masse äufsert, nicht dieser Masse proportional seyn, und folglich die Bewegung des Kometen, nach den Kepler'schen Gesetzen, nicht derselben Sonnenmasse entsprechen, welche wir aus den Bewegungen der Planeten erkennen. Dieses ist ganz gegen die Beobachtungen, welche selbst einen kleinen Unterschied schon verrathen haben würden. Wenn wir daher die Ueberzeugung erlangen können, dafs nicht die ganze Masse des Kometen von der Sonne auf gewöhnliche Art angezogen wird, so haben wir dadurch einen neuen Beweis für die Wirkung einer Polarkraft in demselben.

Der Verfasser vergleicht nun zuerst die Beobachtungen, welche Heinsius über den Kometen von 1744, der in dem äufsern Ansehen die gröfste Aehnlichkeit mit dem Halley'schen Kometen zeigte, angestellt hat. Er theilt dann die Beobachtung eines sehr nahen Vorübergangs des Kometen bei einem Sterne 10tr Gr. am 29. Sept. mit, welche einen Beitrag zur Kenntnifs der Beschaffenheit des den Kern des Kometen zunächst umgebenden Nebels giebt, da sie mit Gewifsheit zeigt, dafs der in 7″,78 Entfernung von dem Mittelpunkte noch sehr dichte Nebel keine Strahlenbrechung geäufsert hat, und findet keine Schwierigkeit in der Annahme, dafs die Kometen aus Theilen bestehen, welchen nur noch wenig an der Wärme oder einer andern repulsirenden Eigenschaft fehlt, welche sie besitzen müssen, um flüchtig zu werden. Er fährt dann fort:

Dafs die Verflüchtigung sich an dem der Sonne gerade zugewandten Theile der Oberfläche am frühesten zeigt, auch dafs sie sich durch gröfsere Annäherung an die Sonne und durch längere Dauer ihrer Wirkung ver-

mehrt, und über einen immer gröfser werdenden Theil der Oberfläche erstreckt, ist nach dieser Ansicht zu erwarten, so wie auch mit den Beobachtungen übereinstimmend. Dafs die Verflüchtigung durch den mit ihr verbundenen Wärmeverlust das Mittel werden kann, durch welches ein Theil der Kometenmasse vor der Zersetzung geschützt wird, ist, wenn ich nicht irre, schon von Laplace bemerkt worden. Endlich bemerke ich noch, dafs mit dieser Ansicht durchsichtige oder undurchsichtige, strahlenbrechende oder nichtstrahlenbrechende Kometenkerne vereinbar sind.

Glücklicherweise verhindert die Unsicherheit, in welcher wir uns nothwendigerweise befinden, wenn von den Bestandtheilen der Kometen die Rede ist, nicht die Anstellung von Untersuchungen über die Bewegung der Theilchen, welche sich von ihnen trennen. Diese ist den allgemeinen Gesetzen der Bewegung unterworfen, welche ich demnach darauf anzuwenden suchen werde.

Vorher mufs ich jedoch der Ansicht gedenken, welche Newton von der Entstehungsart der Kometenschweife hatte; denn nach dieser Ansicht würde die Bewegung der Theilchen eines angenommenen, den Weltraum füllenden Aethers, nicht der Theilchen der Kometen, zu untersuchen seyn. Newton verglich das Aufsteigen des Kometennebels mit dem Aufsteigen des Rauches in der Luft; er nahm an, dafs Brechungen und Zurückwerfungen des Lichts, durch die Atmosphäre der Kometen veranlafst, die umgebenden Aethertheile erwärmen und leichter machen, so dafs sie in dem höheren, schwereren Aether aufsteigen und Theile der Atmosphäre mit sich fortreifsen. Indem diese Ansicht von Newton ist, mufs sie den ihm bekannten Eigenschaften der Kometenschweife angemessen seyn; es ist aber unmöglich, sie mit Erscheinungen zu vereinigen, welche man später wahrgenommen hat.

Ich erinnere an den Kometen von 1811, dessen

Schweif die auffallende Erscheinung eines von dem Kerne getrennten, etwas parabolisch gekrümmten und mit seinem Scheitel der Sonne zugewandten Streifens zeigte; an denselben Kometen, welchen Olbers in seiner gedankenreichen Abhandlung über die Kometenschweife beschrieben hat. Ferner erinnere ich an den Kometen von 1807, welcher einen längeren, fast geraden, und einen kürzeren, stark gekrümmten Schweif zeigte. Endlich führe ich den Kometen von 1824 an, welcher zwei, mehrere Grade lange Schweife, den einen der Sonne zu-, den andern von ihr abgewandt zeigte. Ich sehe diese Kometen als unzweideutige Beweise gegen die Meinung, dafs die Theile der Kometenatmosphäre durch erwärmte Aethertheile mit sich fortgerissen werden, an, und werde mich daher bemühen, die Bewegung der ersteren, nicht der letzteren zu bestimmen.

Wenn man nicht allein die Wirkung der Sonne, sondern auch die Wirkung des Kometen auf ein sich frei bewegendes Theilchen berücksichtigen will, so ist die aufzulösende Aufgabe offenbar die der drei Körper, welche, wenn man ihre Allgemeinheit nicht beschränkt, bekanntlich auf nicht überstiegene Schwierigkeiten führt. Aber wenn man die Wirkung des Kometen nur in kleinen Entfernungen als merklich ansehen und sich begnügen will, die Bewegung eines Theilchens *nach* seinem Ausgange aus der Wirkungssphäre der Kometen zu untersuchen, so verliert die Aufgabe ihre Schwierigkeit. Wirklich hat man allen Grund, die Massen der Kometen vergleichungsweise mit denen der Planeten, noch mehr also der Sonne, also beinahe verschwindend anzunehmen, und dem zufolge vorauszusetzen, dafs ihre Wirkung nur in ganz kleinen Entfernungen merklich oder mit der der Sonne vergleichbar ist. Was man durch die Untersuchung der Bewegung der Theilchen aufserhalb der Wirkungssphäre des Kometen verliert, ist die Kenntnifs der Theorie ihrer Bewegung innerhalb derselben; eine Kennt-

nifs, von welcher man übrigens wahrscheinlich keinen Nutzen würde ziehen können, indem der ursprüngliche Zustand der Bewegung eines Theilchens und die an der Oberfläche des Kometen wirkenden Kräfte wahrscheinlich unbekannt bleiben werden. Ich nehme für den ursprünglichen Zustand der Bewegung eines Theilchens den an, mit welchem es nicht den Kometen selbst, sondern seine Wirkungssphäre verläfst.

Ich werde den Punkt beziehungsweise auf den Kometen bestimmen, in welchem sich zur Zeit $t$ ein Theilchen befindet, welches die Wirkungssphäre des Kometen, zur Zeit $t-\tau$, an einem gegebenen Orte mit gegebener Geschwindigkeit und in gegebener Richtung verlassen hat. Die Rechnung gründe ich nicht auf die Voraussetzung, dafs die Masse, mit welcher die Sonne auf das Theilchen wirkt, der Masse $=1$, mit welcher sie die Planeten und den Kometen selbst anzieht, gleich sey; vielmehr soll jene Masse durch $\mu$ bezeichnet werden und im Laufe der Rechnung unbestimmt bleiben. Zur Abkürzung werde ich nur Theilchen betrachten, welche sich in der Ebene der Bahn bewegen.

Ueber die unbestimmt bleibende Masse der Sonne in Beziehung zu dem Theilchen, mufs ich eine Erläuterung voranschicken. Die Kraft, mit welcher die Sonne das Theilchen zu bewegen sucht, wird in der Entfernung $r$

$$=\frac{\mu}{rr}$$

vorausgesetzt. Wenn $\mu$ den Werth 1 hat, so ist die Wirkung der gewöhnlichen Anziehung der Sonne gleich; wenn $\mu<1$, so ist die erstere kleiner als die letztere; wenn $\mu$ negativ, so verwandelt sich die Anziehung in eine Zurückstofsung. In beiden, von der gewöhnlichen Anziehung verschiedenen, Fällen ist es aber nicht nothwendig der Sonne selbst eine andere Anziehungskraft oder Abstofsungskraft auf das Theilchen zuzuschreiben;

es bleibt *möglich* beide durch die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne zu erklären. Man muſs, wenn man dieses will, einen Aether annehmen, welcher zu der Sonne gravitirt, ohne der Bewegung einen Widerstand zu leisten. In dieser Voraussetzung ist die relative Anziehungskraft, mit welcher die Sonne auf ein Theilchen von der Dichtigkeit $d$, in einem Aether von der Dichtigkeit $d'$ wirkt:

$$= \frac{d-d'}{drr} = \left(1 - \frac{d'}{d}\right)\frac{1}{rr}.$$

Man kann auf diese Art jede beliebige Anziehungskraft, wenn sie kleiner als die gewöhnliche ist, und auch eine Abstoſsungskraft erklären. Doch hat die letztere eine Gränze, wie Untersuchungen über die Bewegung eines Pendels in der Luft und Poissons bewundernswürdige Analyse derselben gezeigt haben: die Bewegung des Schweiftheilchens im Aether wird nämlich die nothwendige Veranlassung einer Bewegung des Aethers selbst, und die bewegende Kraft des ersteren wird verwandt eine gröſsere Masse in Bewegung zu setzen, als die des Schweiftheilchens ist. Aus diesem Grunde ist die beschleunigende Kraft kleiner als die relative Anziehungskraft der Sonne; ihr Ausdruck ist:

$$\frac{d-d'}{d+kd'},$$

wo $k$ einen positiven Coëfficienten bezeichnet, dessen Werth von der Figur des bewegten Theilchens abhängt, den man aber bis jetzt weder durch die Analyse noch durch Beobachtungen für den Fall einer progressiven, sehr schnellen Bewegung kennen gelernt hat. Für eine Kugel, welche sehr kleine Schwingungen macht, findet Poisson $k = \frac{1}{2}$; die Beobachtungen haben einen beträchtlich gröſseren Werth, nahe $= 1$ gegeben. Die Gränze der Abstoſsungskraft, welche man durch einen nicht widerstehenden Aether erklären kann, und welche erreicht wird, wenn die Dichtigkeit des bewegten Kör-

pers, vergleichungsweise mit der Dichtigkeit des Aethers, unendlich klein angenommen wird, ist $=\frac{1}{k}$. Man darf hoffen, dafs die jetzt zur Preisbewerbung offene Aufgabe des Pariser Instituts, zur Kenntnifs eines, in ähnlichen Fällen wie der hier vorkommende, anwendbaren Werthes von $k$ führen werde. Wird der Aether nicht blofs als schwer, sondern auch als widerstehend angenommen, so mufs offenbar ein Maximum der Geschwindigkeit eines sich von der Sonne entfernenden Theilchens, bei einem nicht unendlich kleinen Werthe der Dichtigkeit desselben, eintreten.

Der Verfasser entwickelt nun die Formeln für die Bewegung der ausgeströmten Theilchen. Die rechtwinklichen Coordinaten eines Punktes bezeichnet er mit $\xi$ und $\eta$, den Radiusvector als Axe der $\xi$ genommen, die anfängliche Geschwindigkeit der Ausströmung und den Winkel der Richtung derselben mit dem Radiusvector $g$ und $G$. Er findet

1) Dafs die der Sonne sich nähernden Theilchen sämmtlich dem Kometen vorangehen müssen. Hiedurch wird die Krümmung der Ausströmung erklärt, welche er vorzugsweise an der rechten vorangehenden Gränze derselben beobachtet hat, wobei die drehende Bewegung des Kometen, welcher die Ausströmung folgt, mit einwirkt, je nachdem sie sich damit vereinigt oder ihr entgegen ist.
2) Dafs sowohl der Halley'sche Komet als der von 1744, den Beobachtungen zufolge, nur einen positiven Werth von $1-\mu$ zu lassen, also entweder einen negativen Werth von $\mu$ verlangen oder einen positiven $\angle 1$.
3) Die geschätzte Ausdehnung des Nebels nach der Sonnenseite zu, verbunden mit der beobachteten Richtung des Schweifes giebt für $\mu$ den Werth $-1{,}812$, und für $g$ 15,5 Halbmesser der Erde, wenn der Tag als Zeiteinheit angenommen wird. Das Product $g \sin G$ ist in enge Gränzen eingeschlossen, so dafs wenn der Komet nach allen Richtungen ausgeströmt hat, die Geschwindigkeit desto kleiner geworden ist, je gröfser $\sin G$ geworden. Auch die Zeit, in welcher die beobachteten Schweiftheile ausgeströmt seyn müssen, trifft nahe zusammen mit der Zeit des sichtbaren Anfanges der Ausströmung.

Nachdem ich nun alle Erscheinungen, welche der

Halley'sche Komet mir gezeigt hat, mit der Theorie zusammengehalten habe, mufs ich noch Einiges über die Sicherheit der erlangten Bestimmung des Werthes von $\mu$ hinzufügen. Wenn auch nicht zu erwarten ist, dafs so rohe Beobachtungen, wie die der Richtung eines Kometenschweifes nothwendig sind, eine genaue Bestimmung dieses Werthes gewähren, so kann doch auch nicht bezweifelt werden, dafs sie eine Annäherung an denselben geben. Der Anblick der Formel zeigt unmittelbar, dafs ein kleiner oder gar ein verschwindender Werth von $1-\mu$ mit der Erscheinung lang gestreckter, nicht sehr gekrümmter und der Sonne näherungsweise entgegengesetzter Kometenschweife unvereinbar ist. Die Mittellinie des Schweifes, auf welche das letzte Glied der Formel sich bezieht, würde zwar einen anfangs verschwindenden, aber mit $\xi$ schnell wachsenden Winkel mit dem Radius-vector erhalten, so dafs nicht nur die Krümmung derselben sehr beträchtlich werden, sondern auch seine Richtung sich schnell der, auf die der Sonne senkrechten nähern würde. Das erste Glied der Formel würde für einen merklichen Werth von $g \sin G$ eine beträchtliche Gröfse erhalten, und also dem Schweife eine grofse Ausdehnung in der Breite geben. Man sieht hieraus, dafs kleine Werthe von $1-\mu$ wohl mit mehr oder weniger runden Nebelhüllen der Kometen, nicht aber mit solchen Schweifen vereinbar sind, wie viele Kometen sie zeigen. Man kann also an der — wirklichen oder scheinbaren — abstofsenden Kraft der Sonne, in Beziehung auf die Kometenschweife, nicht zweifeln.

Der Ausdruck von $\eta$ durch $\xi$ in der Formel zeigt unmittelbar, dafs alle von dem Kometen ausgehenden Theilchen, sobald sie die kleinen Werthe von $\xi$, für welche dieser Ausdruck nicht anwendbar ist, überschritten haben, eine und dieselbe Curve beschreiben, wenn das Produkt $g \sin G$ *einen beständigen Werth* hat. Die zwischen $G=0$ und $G=180^{\circ}$ ausgehenden beschreiben dann

einen Schenkel der Curve; die zwischen $G=0$ und $G=-180°$ ausgehenden den anderen.

Dieses Resultat der Theorie scheint mir sehr merkwürdig zu seyn, indem es die Erscheinung vollständig erklärt, welche der Komet von 1811 gezeigt hat. Bei diesem Kometen bewegten sich nämlich die Schweiftheilchen in den beiden Schenkeln einer etwa parabolisch gekrümmten Linie oder in der durch Drehung einer solchen Linie um ihre Axe entstehenden conoidischen Oberfläche. Beides ist gleich gut vereinbar mit der Theorie, welche eine Curve ergiebt, wenn die Ausströmungen nur in der Ebene der Bahn stattfinden, eine Oberfläche wenn sie in allen Ebenen vor sich gehen.

Auch die Heinsius'schen Beobachtungen des Kometen vom Jahre 1744 zeigen, noch aus einem anderen Grunde, als dem, aus der Ausdehnung seines Schweifes in der Breite hergenommenen, dafs das Product $g \sin G$ nahe beständig gewesen ist. Denn die in spitzen Winkeln mit dem Radiusvector ausgeströmte Materie fing am 31. Jan. an sich in zwei Schenkeln einer Curve aufwärts zu bewegen, welche sich, im Verfolge der Beobachtungen, immer mehr verlängerten, ohne deshalb an Breite zu gewinnen. Dafs auch Ausströmungen in Neigungen gegen den Radiusvector, welche sich dem rechten Winkel nähern, vorhanden waren, zeigen, wie ich schon angeführt habe, die Zeichnungen von Heinsius: man kann also die geringe Breite der Schenkel des Schweifes nicht einem Mangel der Ausströmung in gröfseren Winkeln von $G$ zuschreiben, sondern mufs sie durch eine Verschiedenheit ihrer Geschwindigkeit in verschiedenen Richtungen, welche dem Producte $g \sin G$ einen nahe oder ganz beständigen Werth giebt, erklären.

Olbers führt mehrere Kometen an, von welchen selbst ihre mangelhaften Beschreibungen verstatten, anzunehmen, dafs sie dem Kometen von 1811 in der Art der Bildung des Schweifes ähnlich gewesen sind. Wenn spä-

tere Beobachtungen das häufigere Vorkommen dieser Bildung bestätigen, so kann das Verhältnifs zwischen der Geschwindigkeit und der Richtung der Ausströmung, welches die Kometen von 1744 und 1811 gezeigt haben, vielleicht als eine allgemeine Eigenschaft der Kometen *nachgewiesen* werden. Allein für solche Kometen, für welche es sich auch nicht aus den Beobachtungen nachweisen läfst, kann es auch nicht aus diesen *bestritten* werden; denn der gerade aufwärtsgehende, nicht aus zwei getrennten Schenkeln bestehende Schweif eines Kometen kann aus demselben Gesetze erklärt werden, welches nur deshalb einen anderen Erfolg zeigt, weil die beständige Gröfse, welcher $g \sin G$ gleich ist, einen kleineren Werth besitzt. Die auffallende Verschiedenheit der Figur des Schweifes, welche Kometen, wie der von 1811 und wie der Halley'sche, gezeigt haben, zwingt also nicht zu der Annahme einer Verschiedenheit der beiden zum Grunde liegenden *Eigenschaften*, sondern sie wird schon durch die Verschiedenheit der *Gröfse* einer Constante erklärt, welche jedem derselben eigenthümlich ist. Ist diese Constante grofs, so entfernen sich beide Schenkel des Schweifes weit von einander; ist sie klein, so kommen sie einander nahe und gewähren den Anblick eines ungetheilten Schweifes.

Die Bedingung, dafs das Product $g \sin G$ eine beständige Gröfse sey, fordert, in Worten ausgesprochen, dafs die ausströmenden Theilchen, trotz ihrer verschiedenen Richtungen gegen den Radiusvector, sich sämmtlich mit gleicher Geschwindigkeit von diesem entfernen. Parallel mit dem Radiusvector besitzen sie also Geschwindigkeiten, welche sich zu der vorigen verhalten, wie die Contangente des Winkels ihrer Bewegung mit dem Radiusvector, sich zum Radius verhält. Diese Geschwindigkeiten werden also desto gröfser, je kleinere Neigungen gegen den Radiusvector die Bewegungen der Theilchen haben; die Theilchen fliehen von dem Mittelpunkte des

Kometen nach entgegengesetzten Richtungen, mit desto gröfserer Geschwindigkeit, je mehr ihre Richtung sich der Richtung des Radiusvectors nähert. Dieses ist das reine Resultat der Beobachtungen; keine willkührliche Annahme liegt ihm zum Grunde. Die Beobachtungen geben es nicht so bestimmt, dafs sie die Möglichkeit einer kleinen Unbeständigkeit des Productes $g \sin G$ zurückwiesen; allein sie lassen darüber keine Unsicherheit, welche seine Richtigkeit im Ganzen zu bezeifeln erlaubte. Wir besitzen auch eine Beobachtung, welche ein gleichzeitiges Ausströmen der Lichtmaterie an *entgegengesetzten* Theilen eines Kometen *sichtbar* zeigt, also, ohne alles Raisonnement, die Bewegung in entgegengesetzten, nach und von der Sonne gewandten Richtungen darthut; dieses ist die Beobachtung von Heinsius vom 31. Januar 1744.

Ich glaube, dafs das, was ich auf den letzten Seiten angeführt habe, eine *zweite* Wirkung einer sich gleichfalls auf die *Sonne* beziehenden *Polarkraft* auf den Kometen eben so wenig bezweifeln läfst, als die beobachteten Schwingungen die *erste* zweifelhaft gelassen haben.

Der Komet von 1811 zeigte nicht vorzugsweise in der Richtung der Sonne eine sichtbare Ausströmung, sondern alle Theile seiner Oberfläche schienen die Lichtmaterie gleichmäfsig von sich zu entfernen; zugleich zeigte die Figur seines Schweifes, dafs ihm ein gröfserer Werth der Constante $g \sin G$ zugehörte. Eine solche gröfsere Geschwindigkeit der Bewegung der Theilchen in senkrechter Richtung auf den Radiusvector, hat zur Folge, dafs die Winkel ihrer Ausströmungen mit demselben im Ganzen gröfser werden, als im Falle einer kleineren. Ich bemerke dieses, weil es vielleicht der Grund der Sichtbarkeit der Ausströmung des einen Kometen zur Sonne und ihrer Unsichtbarkeit bei einem anderen seyn kann; doch eben diese Sichtbarkeit oder der auffallende Unterschied zwischen den Begränzungen des der Sonne zu ausströmenden Kegels und der in anderen Richtungen aus-

strömenden Materie, welchen sowohl der Halley'sche Komet als der von 1744 gezeigt haben, macht viel wahrscheinlicher, dafs beide Ausströmungen verschiedene Ursachen haben, oder nicht durch einen stetigen Uebergang von kleineren Geschwindigkeiten zu gröfseren erklärt werden dürfen. Die Ausströmung nach allen Richtungen erscheint dann als die Folge einer gemeinschaftlichen Wirkung der Sonne auf alle Theile des Kometen, während die sichtbare Ausströmung nach der Sonne ihrer vorzugsweisen Wirkung auf ihr zugewandte Theile der Oberfläche zuzuschreiben ist. Dafs unter dieser Annahme beide Ausströmungen mit verschiedenen Geschwindigkeiten stattfinden, so wie auch sonst verschiedene Bedingungen erfüllen können, ist nicht zu bezweifeln.

Nach dem Urtheile von Olbers ist nicht zu bezweifeln, dafs Messier an dem Kometen von 1769 zwei verschiedene Schenkelpaare gesehen hat. Diese gehen aus der aufgestellten Formel hervor, wenn man dem Producte $g \sin G$ zwei verschiedene beständige Werthe beilegt, den einen zugehörig einem Theile der ausströmenden Materie, den anderen einem anderen Theile derselben. Diese Erscheinung aber noch über ihre Erklärung im Allgemeinen hinaus zu verfolgen, verbietet die Mangelhaftigkeit der Wahrnehmung derselben.

Eine sehr verschiedene Erscheinung zeigte der Komet von 1807. Vom 22. October an wurden an demselben zwei Schweife bemerkt, welche beide in gleicher Richtung von dem Kerne ausgingen, allein sich schon in der Entfernung von einem Grade trennten: der eine war der der Sonne entgegengesetzten Richtung näher und beinahe gerade; nach einer Zeichnung vom 22. Octob., welche ich in meinen Lilienthaler Tagebüchern finde, konnte ich diesen Schweif etwa $4\frac{1}{2}^{\circ}$ weit verfolgen und den Positionswinkel seiner Richtung auf etwa $62^{\circ}$ schätzen. Der andere Schweif konnte etwa nur $3^{\circ}$ weit unterschieden werden; er war stark gekrümmt und in der Breite weit

ausgedehnter als der erste; der gröfste Kreis durch den Kometen und den äufsersten sichtbaren Punkt der Axe gelegt, hatte an dem Kometen einen Positionswinkel von etwa 83°. Der Positionswinkel der Sonne am Kometen war zu derselben Zeit 233° 48′, so dafs also das Ende des einen Schweifes etwa 8°, das des andern etwa 29° gegen die ihr entgengesetzte Richtung geneigt zu seyn schien. Diese Beobachtung weiter durch die Rechnung zu verfolgen habe ich unterlassen, weil sie zu unvollkommen ist; indessen stellt sie die Thatsache, welche übrigens von allen damaligen Astronomen bemerkt worden ist, im Ganzen fest. Dergleichen in gleicher Richtung von einem Kometen ausgehende, sich später aber trennende Schweife lassen, verglichen mit der aufgestellten Formel, keinen Zweifel über das Vorhandenseyn *zweier verschiedenen* Werthe der abstofsenden Wirkung der Sonne, deren einer einen Theil der ausströmenden Materie bewegt, der andere einen anderen.

Dafs das Vorhandenseyn der Schweife der Kometen im Allgemeinen, nach der Bemerkung S. 519, über die Wirkung einer Kraft, welche von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verschieden ist, keinen Zweifel übrig läfst; und da der Halley'sche Komet, für welchen ich ihre Gröfse habe bestimmen können, sie als eine Abstofsung von fast doppelter Gröfse der gewöhnlichen Anziehung zu erkennen gegeben hat, so ist kein Zweifel mehr vorhanden, dafs diejenigen Theile der Kometen, welche die Schweife bilden, die Einwirkung einer abstofsenden Kraft der Sonne erfahren. Ob aber diese abstofsende Kraft in ihrer Grundeigenschaft von der gewöhnlichen Kraft der Sonne verschieden, oder nur eine Folge des Aufsteigens der Schweiftheilchen in einem weit dichteren, dennoch aber nicht merklich widerstehenden Aether ist (S. 517), ist *hieraus* nicht zu entscheiden. Wenn man die letztere Erklärung derselben annimmt, so zeigt der eben angeführte Komet

von 1807, dafs Schweiftheilchen von zwei verschiedenen specifischen Gewichten vorhanden seyn können; wenn man eine wirklich abstofsende Kraft annimmt, so ist ihre Stärke für verschiedene Schweiftheilchen verschieden.

Es sind aber andere Erscheinungen vorhanden, welche durch die Annahme eines nicht widerstehenden Aethers, von beträchtlich gröfserer Dichtigkeit als die Schweiftheile der Kometen, nicht erklärt werden können. Die schwingende Bewegung der Ausströmung des Halley'schen Kometen hat nämlich die Wirkung einer Polarkraft in demselben dargethan; und dieselbe Kraft hat ihre Wirkung darin gezeigt, dafs sie die ausströmenden Theilchen mit beschleunigter Geschwindigkeit in der Richtung der durch die Sonne und den Kometen gehenden Linie sowohl *zu* der Sonne als *von* derselben trieb. Diese beiden Erscheinungen lassen sich durch die Annahme eines schweren, aber nicht widerstehenden Aethers *nicht* erklären. Auch ist die Möglichkeit, eine von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne verschiedene Kraft durch einen Aether zu erklären, nur vorhanden, wenn sie entweder eine *kleine* Anziehung oder eine $\frac{1}{k}$ nicht überschreitende Abstofsung ist (vergl. S. 518); nicht aber wenn sie eine *gröfsere* Anziehung ist, von welchem Falle der der Sonne *zugewandte* Schweif des Kometen von 1824 ein Beispiel giebt.

Die Fälle, welche man durch die Hypothese des Aethers möglicherweise erklären könnte, durch eine völlig hypothetische Ursache zu erklären, während man eine von der gewöhnlichen Anziehungskraft verschiedene, zur Erklärung der Abstofsung der Theilchen durch die Sonne hinreichende Kraft ohnedies anerkennen mufs, dieses würde wenigstens gegen die erste der drei Regeln verstofsen, welche Newton dem dritten Buche seiner Principien vorgesetzt hat. Uebrigens würde diese Hypothese fordern, dafs die Schweiftheilchen, als sie noch dem Ko-

meten angehörten und sich der gewöhnlichen Anziehungskraft der Sonne unterworfen zeigten, vergleichungsweise mit dem Aether, eine *sehr grofse* Dichtigkeit besessen haben, welche nach ihrer Trennung in eine, demselben Maafse nach, sehr kleine übergegangen sey. Aus allen diesen mehr oder weniger gegen die Erklärung der Schweife der Kometen durch das Aufsteigen leichterer Theilchen in einem schwereren Aether sprechenden Gründen erscheint diese Hypothese, auch in den Fällen, in welchen sie nicht als ganz unstatthaft zurückgewiesen werden kann, so wenig wahrscheinlich, dafs man an dem, beziehungsweise auf die Kometenschweife *allgemeinen* Vorhandenseyn einer von der gewöhnlichen Anziehungskraft der Sonne *specifisch* verschiedenen Kraft nicht wohl zweifeln kann.

Ich betrachte die schwingende Bewegung der Ausströmung des Halley'schen Kometen nach der Sonne als eine Aeufserung derselben Kraft, welche die Bewegungen sich von dem Kometen entfernender Theilchen, parallel mit dem Radiusvector, nach entgegengesetzten Richtungen beschleunigte. Ich mufs aber noch angeben, wie ich mir *die Verbindung* zwischen diesen Erscheinungen und der abstofsenden Kraft vorstelle, welche die Sonne, sowohl auf die in ihrer Richtung ausgeströmten, als auf die im Schweife befindlichen Theilchen geäufsert hat. Hier verlassen uns die unmittelbaren Beobachtungen. Eine fortgesetzte Erforschung aller Verhältnisse, unter welchen sich Polarkräfte zeigen, so wie wir sie der in ununterbrochener Entwicklung begriffenen Erkenntnifs der von solchen Kräften abhängigen Erscheinungen und der schon oft darauf angewandten kraftvollen Analyse Poisson's hoffentlich bald verdanken werden, mufs die Lücke ausfüllen, welche die Beobachtungen offen lassen.

Meine Vorstellung von der *Möglichkeit* einer Verbindung aller an den Kometen beobachteten Erscheinun-

gen ist indessen die folgende. Jede Wirkung eines Körpers auf einen anderen kann in zwei Theile zerlegt werden, deren einer für alle Theile des letzteren gleich ist, während der andere aus den Unterschieden der Wirkungen auf verschiedene Theile entsteht. Wenn die Wirkung in sehr grofsen Entfernungen der Körper von einander sehr klein ist, so ist der erste Theil derselben derjenige, welcher, bei einem Uebergange von diesen Entfernungen zu kleineren, zuerst merklich wird; der andere kann erst später eine merkliche Gröfse erlangen. Im Falle eines Kometen, welcher in sehr grofser Entfernung zu der Sonne herabkömmt, zeigt sich also zuerst die allen seinen Theilen gemeinschaftliche Wirkung: ich nehme an, dafs sie in einer Verflüchtigung von Theilchen bestehe, welche der Sonne feindlich polarisirt werden. Der andere, später merklich werdende Theil der Wirkung allein kann eine Polarisirung des Kometen selbst, so wie eine vorzugsweise Ausströmung nach der Sonne zu zur Folge haben. Zeigen die Beobachtungen wirklich diese Erscheinungen, wie bei dem Kometen von 1744 und dem Halley'schen der Fall war, so kann nicht geläugnet werden, dafs die Ausströmung, indem sie aus einem der Sonne zugewandten, also ihr freundlich polarisirten Theile der Oberfläche hervorgeht, auch dieselbe Polarisirung besitzt, welche die ausströmenden Theilchen der Sonne zu nähern sucht. Dafs die ausgeströmten Theilchen dennoch von der Sonne zurückgestofsen werden, wie die Beobachtungen zeigen, kann vielleicht dadurch erklärt werden, dafs die Ausströmung in einem Raume stattfindet, welcher schon mit ihr feindlich polarisirter Materie gefüllt ist und fortdauernd damit gefüllt wird, wodurch die entgegengesetzten Polaritäten sich ausgleichen und die ausströmenden Theilchen desto mehr von ihrer ursprünglichen Eigenschaft verlieren und desto mehr die entgegengesetzte annehmen, je weiter sie sich von dem Kerne des Kometen entfernen.

Durch diese Ansicht werden alle Erscheinungen, welche ich an dem Kometen wahrgenommen habe, unter einander *in Verbindung* gesetzt. Weiter rechtfertigen kann man dergleichen Ansichten nicht, und ich bin gewifs nicht geneigt, dieses bei der meinigen zu versuchen. Aber weiter verfolgen darf man sie: von dieser Seite glaube ich bemerken zu dürfen, dafs die angeführte Ansicht den zu der Sonne gewandten Schweif des Kometen von 1824 möglich erscheinen läfst, wenn man annimmt, dafs dieser Komet dadurch eine Ausnahme von der Regel gemacht habe, dafs seine Polarisirung sich früher eingefunden habe als der umgebende feindlich zur Sonne polarisirte Nebel. In diesem Falle wäre wirklich keine Leitung der Polarität der Ausströmung an einem Scheitel zu der am anderen vor sich gehenden vorhanden, und beide Ausströmungen könnten ihre ursprünglichen Bewegungen ungehindert fortsetzen. Der beobachtete Winkel der Richtungen beider Schweife dieses Kometen, oder vielmehr seine Abweichung von 180°, wird durch die oben entwickelte Theorie ohne alle Schwierigkeit erklärt.

Ich würde diese Ansicht leicht noch weiter verfolgen und die Einzelnheiten der beobachteten Erscheinungen damit in Verbindung bringen können, auch würde man nicht lange suchen dürfen, wenn es darauf ankäme, Aehnlichkeiten zwischen diesen Erscheinungen und denen, welche man an der Elektricität und dem Magnetismus beobachtet hat, aufzufinden. Ich glaube aber eher schon zu weit als nicht weit genug gegangen zu seyn, und erlaube mir daher nur noch auf Etwas aufmerksam zu machen, welches sich auf die *Bewegung* der Kometen bezieht.

Die Ausströmung des Halley'schen Kometen, ungefähr in der Richtung der Sonne, gab ihm, wie ich schon in der Beschreibung seines Ansehens (S. 503) angeführt habe, das Ansehen einer brennenden Rakete. Sie mufs auch dieselbe Wirkung auf seine Bewegung gehabt haben,

welche das Brennen einer Rakete auf die ihrige hat; sie mufs ihm eine ihrer eigenen entgegengesetzte Geschwindigkeit ertheilt haben. Denn nicht der Schwerpunkt des Kometen selbst, sondern nur der gemeinschaftliche Schwerpunkt des Kometen und der Ausströmung kann in jedem Augenblicke einen Kegelschnitt nach den Kepler'schen Gesetzen beschreiben; da die Ausströmung sich in jedem Augenblicke erneuert, die ausgeströmte Materie aber den Kometen verläfst, so mufs sich die zurückstofsende Wirkung der ersteren auf den Schwerpunkt des Kometen gleichfalls in jedem Augenblicke erneuern, oder sich als eine beschleunigende Kraft zeigen. Der Anblick der Lebhaftigkeit der Ausströmung oder vielmehr das anscheinende Verhältnifs ihrer Masse zu der Masse des Kerns mufs die Meinung erzeugen, dafs die daraus hervorgehende störende Kraft der elliptischen Bewegung des Kometen merklich seyn könne. Ich hoffe, dafs die Reihe meiner Ortsbestimmungen des Kometen, welche durch die Kraft des dazu angewandten grofsen Heliometers eine ausgezeichnete Genauigkeit erhalten hat, nach der genauen Bestimmung der verglichenen Sterne und der endlichen Reduction der Beobachtungen hierüber aufklären wird. Ich gestehe, dafs ich, wenn keine Wirkung dieser Art sich zeigen sollte, für wahrscheinlicher halten würde, dafs der sichtbaren Ausströmung durch entgegengesetzte unsichtbare Ausströmungen entgegengewirkt sey, als dafs sie an sich ohne merklichen Einfluss gewesen wäre. Die fleifsigen Untersuchungen unseres vortrefflichen Argelanders, über die Bewegung des Kometen von 1811, schienen Wirkungen dieser Art anzudeuten, welche ich mir damals (S. 77 der Argelander'schen Schrift) auf eine ähnliche Art zu erklären suchte. Die weit genaueren Beobachtungen des gegenwärtigen Kometen werden in dieser Untersuchung weit mehr Kraft haben als die Beobachtungen des Kometen von 1811.

Ich mache noch darauf aufmerksam, dafs sorgfältige

Beobachtungen über die Schweife der Kometen (welche sich freilich nicht an allen Kometen anstellen lassen), der Grund eines Urtheils über das Daseyn eines widerstehenden Aethers im Weltraume werden können. Hier begreift leicht, dafs der Widerstand sich ohne Vergleich stärker äufsern mufs, als er sich auf die Kometen selbst äufsert, wenn er sich auf Theilchen äufsert, deren Dichte, vergleichungsweise mit der Dichte des Kometen selbst, nur unmerklich seyn kann. Sorgfältige Beobachtungen über den Kern, den Nebel und den Schweif eines Kometen verbreiten im Allgemeinen neue Einsichten in die Physik des Himmels. Ich hoffe, dafs wir wesentliche Beiträge zu den von mir an dem Halley'schen Kometen gemachten Wahrnehmungen von verschiedenen Seiten erhalten werden, vorzüglich von den Besitzern grofser Fernröhre, namentlich von Hrn. Etatsrath Struve, Sir James South und Sir John Herschel: die des letzteren können einen Zuwachs ihrer ohnehin zu erwartenden Wichtigkeit dadurch erhalten, dafs der Komet auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung zu einer Zeit gut sichtbar geworden ist, zu welcher er auf unseren nördlichen Sternwarten nicht mehr unter vortheilhaften Umständen erschien. Machen diese erwarteten Beiträge es nöthig, auf diese Materie zurückzukommen, so werde ich dieses nicht versäumen. Auch hoffe ich Mufse zu finden, vorhandene Beschreibungen der Schweife einiger Kometen zur Bestimmung *der Gröfse* der auf sie wirkenden Kraft der Sonne zu benutzen.

## IV. *Ueber die Variationen der Bodentemperatur zu Brüssel in verschiedenen Tiefen; von Hrn Quetelet.*

(*Bulletin de l'acad. royale des Scienc. et belles-lettres de Bruxelles* 1836, *No.* 3 *p.* 75.)

Der Verfasser entwickelt zunächst die Hauptresultate der analytischen Wärmetheorie in Betreff der Physik des Erdkörpers, und vergleicht sie dann mit denen der Erfahrung an der sehr geringen Zahl von Orten, wo man Beobachtungen angestellt hat, in der Absicht, die Variationen der Bodentemperatur dadurch zu bestimmen.

Von diesen Variationen giebt es bekanntlich zwei Arten: *tägliche*, welche sich in unseren Klimaten nur bis zu einer Tiefe von etwa einem Meter erstrecken, und *jährliche*, welche dagegen bis in eine Tiefe von mehr als 20 Meter wirken; d. h. die Tiefen, worin diese Variationen erlöschen, verhalten sich wie die Quadratwurzeln der Zeiten, innerhalb welcher sie vor sich gehen.

Man kann sagen, dafs bis jetzt keine einzige Reihe regelmäfsiger Beobachtungen über die *täglichen* Thermometerveränderungen unterhalb der Erde vorhanden ist, was wohl von der Lästigkeit herrührt, dergleichen Beobachtungen Tag und Nacht zu mehren Stunden anzustellen. Der Wunsch, diese Lücke auszufüllen, hat Hrn. Q. zu der mühsamen Arbeit vermocht, eine Reihe von acht Thermometern zu beobachten, die kürzlich neben der Sternwarte an der Oberfläche des Bodens und unterhalb desselben bis zu der Tiefe von einem Meter aufgestellt wurden. Diese Thermometer sind von Hrn. Saigey, einem französischen Physiker, der sich selbst mit der Theorie der Erdtemperaturen beschäftigt hat, mit gröfster Sorgfalt verfertigt worden.

Was die *jährlichen* Variationen betrifft, so sind sie es vorzugsweise, welche Hr. Q. in seiner Abhandlung zu bestimmen gesucht hat. Er hat zu dem Ende acht Weingeistthermometer angewandt, von denen das längste seine Kugel 24 Fufs unter der Oberfläche des Bodens hatte. Die Beobachtungen wurden 1834 begonnen, und die Resultate jeden Tages werden in den »*Annales de l'observatoire*« erscheinen, sobald die Fonds dieser Anstalt die fortgesetzte Bekanntmachung derselben erlauben. Die der Academie vorgelegte Abhandlung giebt die allgemeinen Resultate der Beobachtungen von jedem Monate und an allen acht Thermometern.

Die einzigen Beobachtungsreihen dieser Art, die bisher bekannt gemacht wurden, d. h. die von *Zürch*, *Edinburg*, *Strasburg* und *Upsala* [1]), sind noch nicht discutirt worden und auch noch nicht mit der wichtigen Correction versehen, welche nöthig ist wegen des Temperaturunterschiedes, der im Allgemeinen zwischen der Röhre und der Kugel des Thermometers stattfindet, wenn es etwas tief in der Erde steckt.

Bei den Beobachtungen zu Brüssel ist diese Berichtigung in Betracht gezogen, und die berichtigten Resultate sind in besonderen Tafeln gegeben, von denen die folgende ein Auszug ist:

| Thermometer in: | Ueberschufs des Maximums über das Minimum im Jahre, nach der Beobachtung. | |
|---|---|---|
| | 1834. | 1835. |
| 0,52 Fufs Tiefe | 13°,44 C. | 12°,10 C. |
| 1,70 | 12 ,56 - | 11 ,54 - |
| 2,31 | 11 ,50 - | 10 ,38 - |
| 3,08 | 10 ,78 - | 9 ,64 - |
| 6,00 | 7 ,53 - | 7 ,00 - |
| 12,00 | 4 ,66 - | 4 ,33 - |
| 24,00 | 1 ,30 - | 1 ,51 - |

1) Es ist hier nicht die Rede von Hrn. Arago's schöner Beobachtungsreihe, von denen wir leider nichts als die von Hrn.

Nun zeigt die Theorie, dafs der Ueberschufs des *Maximums* über das *Minimum* der Temperatur in geometrischer Progression abnehmen mufs, wenn man in arithmetischer Progression in die Tiefe hinabgeht. Um zu sehen, ob die Theorie hier mit der Erfahrung übereinstimme, wurden nach den Angaben von zwei der sieben Thermometer die Angaben der fünf übrigen berechnet. Diefs gab folgende Werthe:

| Thermometer in der Tiefe: | Ueberschufs des Maximums über das Minimum, nach der Rechnung. | | Abweichung der Beobachtung von der Rechnung. | |
|---|---|---|---|---|
| | 1834. | 1835. | 1834. | 1835. |
| 0,52 Fufs | 13°,75 | 12°,10 | —0°,31 | 0°,00 |
| 0,70 - | 12 ,26 | 10 ,90 | +0 ,30 | +0 ,64 |
| 2,31 - | 11 ,55 | 10 ,32 | —0 ,05 | +0 ,06 |
| 3,08 - | 10 ,72 | 9 ,64 | +0 ,06 | 0 ,00 |
| 6,00 - | 8 ,08 | 7 ,44 | —0 ,53 | —0 ,44 |
| 12,00 - | 4 ,50 | 4 ,37 | +0 ,16 | —0 ,04 |
| 24,00 - | 1 ,40 | 1 ,51 | —0 ,10 | 0 ,00 |

Man sieht, die beobachteten Resultate stimmen auf eine sehr genügende Weise mit den berechneten überein, besonders wenn man erwägt, dafs die Thermometer kleine Veränderungen in den Fundamentalpunkten ihrer Skale erlitten haben können. Die zur Berechnung angewandten Formeln sind folgende:

$$\log \Delta_p = 1{,}16029 - 0{,}04226\,p$$
$$\log \Delta_p = 1{,}10281 - 0{,}03849\,p.$$

$p$ bezeichnet die Tiefe in Fufsen und $\Delta$ den Ueberschufs des Maximums über das Minimum der Temperatur, während des Jahrs, in Centigraden. Dieser Ueberschufs schwankt von einem Jahr zum andern zwischen engen Gränzen, und damit variiren auch nothwendig die Con-

Poisson in seiner so eben erschienenen »*Théorie mathématique de la chaleur*« angeführten kennen. (Die in Upsala angestellten Beobachtungen findet man in dies. Annal. Bd. XXXIII S. 251.)

stanten der Formel. Macht man $p=0$, so müfste man die jährliche Temperatur-Variation an der Oberfläche der Erde erhalten; nun ist hier die berechnete Variation beträchtlich kleiner als die beobachtete. Nach den Rechnungen des Hrn. Poisson verglichen mit den Beobachtungen des Hrn. Arago findet das Gegentheil statt. Diefs Aufhören der Continuität ist ohne Zweifel Folge einerseits von dem Standort der Thermometer und der Wärmeleitung des Erdreichs, so wie andererseits von den Stunden der Beobachtungen, welche in der Nachbarschaft des Bodens die jährlichen Variationen mit der Wirkung der täglichen vermischen. Allein für das Innere der Erde steht die Rechnung sehr gut mit der Erfahrung im Einklang. Man sieht, dafs die Gränzen, zwischen welchen die Temperatur im Jahre schwankt, sich sehr rasch mit der Tiefe zusammenziehen. In 24 Fufs Tiefe z. B. beträgt die jährliche Variation nicht mehr als ungefähr 1°,40 und die Abweichungen von diesem Mittel betragen nur 0°,1. Die zuvor gegebenen Formeln zeigen, dafs der Ueberschufs des Maximums über das Minimum der Temperatur

| nur seyn würde: | in der Tiefe von: nach 1834 | nach 1835. |
|---|---|---|
| 1°,00 C. | 27,5 Fufs | 28,6 |
| 0 ,10 - | 51,1 - | 54,6 |
| 0 ,01 - | 74,8 - | 80,6. |

In einer Tiefe von 60 Fufs fallen also die Temperaturoscillationen während eines Jahrs nur in die Hundertel eines Grades. Diefs Resultat stimmt sehr gut mit den Resultaten der Beobachtung an dem Wasser eines Brunnens der Sternwarte, welcher mehr als 60 Fufs tief ist. Beobachtungen zu verschiedenen Malen im ganzen Laufe der Jahre 1834 und 1835 angestellt, gaben nämlich nur eine Temperaturdifferenz von einem Zehntel-Grad.

Diese Zahlen, verglichen mit denen, die Hr. Q. aus

den übrigen bisher bekannten Beobachtungen über die Bodentemperatur berechnet hat, geben folgende Resultate:

| | Tiefen, bei welchen die gröfsten Temperaturoscillationen während des Jahrs nicht mehr betragen als: | | |
|---|---|---|---|
| | 1°,00 C. | 0°,10 C. | 0°,01 C. |
| Edinburgh | 6,19 Meter | 11,99 Meter | 17,78 Meter |
| Upsala | 8,45 | 14,14 | 20,91 |
| Zürch | 8,57 | 15,54 | 22,44 |
| Strasburg | 9,73 | 17,58 | 25,43 |
| Paris | 9,12 | 15,80 | 22,40 |
| Brüssel | 9,21 | 17,08 | 25,35 |
| Mittel | 8,55 | 15,35 | 22,37 |

Inmitten der kleinen Abweichungen, welche hauptsächlich von der Art, wie die Thermometer der Einwirkung der äufsern Temperaturen ausgesetzt sind, abhängen, scheint es, dafs die jährlichen Variationen unter hohen Breiten weniger tief in den Boden eindringen. Nach den Beobachtungen von Zürch, Strasburg, Paris und Brüssel kann man annehmen, dafs in unseren Breiten die Variationen in 24 Meter Tiefe so gut wie vernichtet sind, weil sie nur ein Hundertel eines Grades betragen. Die gröfsten Abweichungen von diesem Mittel sind nur anderthalb Meter.

Daraus folgt, dafs die Wirkung der täglichen Variation in der Tiefe von 1,25 Meter fast unmerklich ist.

Die Bestimmung der *Zeiten* der jährlichen Temperatur-Maxima und -Minima bietet in der Nähe der Erdoberfläche grofse Schwierigkeiten dar; denn es vermengen sich dort die täglichen Variationen mit den jährlichen, und überdiefs geschieht es häufig, dafs die Temperatur-Maxima und -Minima in einer gewissen Tiefe das Resultat mehrer in der freien Luft beobachteten Maxima und Minima sind, welche einander in solcher Weise folgen, dafs es unmöglich ist den Zeitpunkt festzusetzen,

welchen man als ihrer Resultate angehörig betrachten könnte. Diese Ungewifsheit wird desto geringer als man mit dem Resultate einer gröfseren Zahl von Jahren arbeitet. Für Brüssel z. B. kann man als Ausgangspunkt den 15. Januar und den 20. Juli für die Zeiten des Minimums und Maximums der Lufttemperatur annehmen. Geht man in gröfsere Tiefen hinab, so wird die Temperatur-Curve regelmäfsiger und läfst die Zeiten ihrer gröfsten Ausbeugungen besser feststellen. In diesen Tiefen variirt indefs die Temperatur, wenn sie ihrem Maximum oder Minimum nahe ist, so wenig, dafs das Thermometer mehre Tage lang fast still steht. Bekanntlich wächst auch der Unterschied zwischen der jedesmaligen und der mittleren Temperatur proportional dem Sinus der Zeit, die seit dem Eintritt dieser mittleren Temperatur verflossen ist.

Bei den folgenden Resultaten hat man die Correction, welche wegen der gewöhnlichen Ungleichheit in der Temperatur der Kugel und der Röhre des Thermometers nothwendig ist, sorgfältig vollzogen. Diese Correction ist hier von solcher Wichtigkeit, dafs, wenn man sie vernachlässigt, die Zeit des Maximums z. B. sich bei dem längsten Thermometer zwei Monate zu früh zeigt.

| Tiefe. | Temperatur-Maxima. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1834. | | 1835. | |
| 3,08 F. | Aug. 22 | +18°,30 C. | Aug. 24 | +17°,12 C. |
| 6,00 | - 30 | +16 ,56 - | Sept. 1 | +15 ,86 - |
| 12,00 | Oct. 9 | +14 ,95 - | Oct. 10 b. 15 | +14 ,75 - |
| 24,00 | Dec. 10 b. 20 | +12 ,66 - | Dec. 10 b. 15 | +12 ,89 - |

Setzt man wieder das Maximum der Lufttemperatur auf den 20. Juli, so hat man also für das Jahr 1834 ungefähr 148 Tage bis zum Eintritt des Temperaturmaximums in 24 Fufs Tiefe, diefs macht etwas mehr als 18 Tage für 3 Fufs oder 1 Meter Tiefe. Fast genau dasselbe Resultat erhält man für 1835. Bei Erörterung der

Pariser Beobachtungen findet Hr. Poisson durch die Theorie, dafs in 24 Fufs Tiefe das Temperatur-Maximum am 18. December eintreten müsse, was sehr genau mit den obigen Beobachtungen, so wie mit denen von Hrn. Arago übereinstimmt. Da indefs die Beobachtungen des Letzteren nicht reducirt sind [1]), so scheint die Zeit des Maximums für Paris etwas später eintreten zu müssen.

Auch bei den zu Brüssel in 6 und 12 Fufs Tiefe aufgestellten Thermometer nähern die Zeiten der Maxima sich sehr den von der Rechnung angezeigten.

Was das *Minimum* betrifft, so tritt es ein, in 24 Fufs Tiefe zwischen den 10. und 20. Juni, in 12 Fufs Tiefe zwischen den 10. und 15. April und in 6 Fufs Tiefe gegen den 20. März.

---

*Zusatz.* Als Ergänzung zum vorstehenden Aufsatze mögen hier noch einige Sätze aus Hrn. Poisson's *Théorie mathématique de la chaleur*, und dann die vorhin erwähnten, von Hrn. Arago in Paris angestellten Beobachtungen eine Stelle finden. Letztere, Mittelwerthe aus mehren Jahren, sind folgende:

| Tiefe: | Ueberschufs des Maximums über das Minimum im Jahre. | Eintritt des | |
|---|---|---|---|
| | | Maximums. | Minimums. |
| 1m,624 | 13°,017 C. | | |
| 3 ,248 | 7 ,800 | | |
| 6 ,497 | 2 ,482 | 15. Nov. | 10. Mai |
| 8 ,121 | 1 ,414 | 18. Dec. | 13. Juni |

Wenn $H$ den Ueberschufs des Maximums über das Minimum im Jahre für die Tiefe $x$ bezeichnet, und eben so $H'$ für die Tiefe $x'$, so ist, nach Hrn. Poisson:

$$H' = He^{-\frac{(x'-x)\sqrt{\pi}}{a}} \quad \ldots\ldots (1)$$

1) *Théorie mathématique de la chaleur, p.* 500.

worin überdiefs $e$ die Grundzahl der natürlichen Logarithmen und $a$ eine Constante, die für Paris, aus den beiden letzten Beobachtungen bestimmt, $=5{,}11655$. Hat man $a$ für einen Ort aus zwei Beobachtungen bestimmt, so kann man natürlich die Extremen-Differenz für denselben Ort und eine andere Tiefe mittelst der obigen Formel leicht berechnen.

Weitläufiger sind die Formeln, mittelst welcher die *Zeiten der Maxima und Minima gefunden*, oder vielmehr aus den Zeiten, welche einer Tiefe entsprechen, die einer anderen Tiefe zugehörigen hergeleitet werden. Eine ungefähre Vorstellung von ihnen, wird man aus dem Folgenden bekommen. Bezeichnen $\vartheta$ und $\vartheta_1$ die Bruchtheile des Jahres, welche vom Tage der Frühlings-Nachtgleiche, d. h. vom 21. März, verfliefsen, bis in der Tiefe $x$ das Maximum und Minimum eintritt, so ist zunächst:

$$\left.\begin{aligned}\vartheta &= \frac{x}{2a\sqrt{\pi}} + \frac{\delta}{2\pi} + \tfrac{1}{4} + z \\ \vartheta_1 &= \frac{x}{2a\sqrt{\pi}} + \frac{\delta}{2\pi} - \tfrac{1}{4} - z\end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (2)$$

Aus beiden Gleichungen ergiebt sich:

$$\delta = \left[\tfrac{1}{2}(\vartheta + \vartheta_1) - \frac{x}{2a\sqrt{\pi}}\right] 360^\circ \quad \ldots \quad (3)$$

Ferner ist nach der Theorie:

$$b + \frac{\sqrt{\pi}}{a} = D\cos\delta \; ; \; \frac{\sqrt{\pi}}{a} = D\sin\delta \quad \ldots \quad (4)$$

und hieraus:

$$\left(b + \frac{\sqrt{\pi}}{a}\right) tang\,\delta = \frac{\sqrt{\pi}}{a} \quad \ldots \quad (5)$$

Dann hat man aus (3) und (4):

$$b = \frac{\sqrt{\pi}}{a}\left\{cot\left[\tfrac{1}{2}(\vartheta + \vartheta_1) - \frac{x}{2a\sqrt{\pi}}\right] 360^\circ - 1\right\} \quad \ldots \quad (6)$$

Die Gröfse $z$ in den Gleichungen (1) wird durch folgende Relation bestimmt:

$$z=\frac{Dq}{D_1\pi}e^{-\frac{x}{a}(\sqrt{2}-1)\sqrt{\pi}}\sin\varphi \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Und darin ist wieder:

$$\varphi=\frac{x}{a}(\sqrt{2}-1)\sqrt{2\pi}+2\delta-\delta_1) \quad . \quad . \quad (8)$$

$$D_1\cos\delta_1=b+\frac{\sqrt{2\pi}}{a}\;;\; D_1\sin\delta_1=\frac{\sqrt{2\pi}}{a} \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

$$q=\frac{\pi\alpha\sin\mu\sin\gamma+Q_1}{\frac{1}{2}\pi\sin\mu\sin\gamma-2\alpha Q} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Im letzteren Ausdruck bezeichnen ferner: $\mu$ die geographische Breite des Beobachtungsorts, $\gamma$ die Schiefe der Ekliptik und $\alpha$ die Excentricität der Erdbahn. Was $Q$ und $Q_1$ betrifft, so läfst sich, ohne die Gränzen dieser Notiz nicht ungebührlich auszudehnen, weiter nichts über sie sagen, als dafs sie sehr verwickelte Functionen von $\mu$ und $\gamma$ sind. Man findet sie p. 486 des Poisson'schen Werkes angegeben, und es wäre wohl verdienstlich, wenn Jemand darnach die numerischen Werthe dieser Gröfsen für jeden Werth von $\mu$ von Grad zu Grad berechnen wollte. Hätte man eine solche Tafel über die Werthe von $Q$ und $Q_1$, so würde die Berechnung von $\vartheta$ und $\vartheta_1$ keine Schwierigkeit weiter haben, wie man dieſs aus folgendem von Hrn. Poisson für Paris berechneten Beispiele ersehen kann.

Für Paris ist nämlich:

$\mu=48°\,50'$ $\quad Q=0{,}66662$ $\quad Q_1=0{,}00253$,

ferner ist:

$\gamma=23°\,28'$ $\quad \alpha=0{,}01681$,

und daraus:

$q=0{,}04089$.

Die Gröfse $a$ ward mittelst Beobachtungen schon durch die Gleichung (1) $=5{,}11655$ bestimmt. Substituirt man diesen Werth und die für eine Tiefe $x$ beobachteten Werthe von $\vartheta$ und $\vartheta_1$ in der Gleichung (3), so ergiebt sich $\delta$ und dann, mittelst der Gleichung (6), auch $b$.

Drückt man die Zeit der Extreme auf vorhin angegebene Weise aus, so ist nach den Beobachtungen:

$$x=6^{m},497 \ldots \vartheta=\frac{239}{365,25} \text{ und } \vartheta_1=\frac{50}{365,25}$$

$$x'=8\ ,121 \ldots \vartheta'=\frac{272}{365,25} \text{ und } \vartheta'_1=\frac{84}{365,25}.$$

Aus den ersteren Werthen ergiebt sich $b=1,10022$, aus letzteren $b=1,01417$. Hr. Poisson nimmt das Mittel aus beiden $b=1,05719$. Uebrigens bezieht sich $b$, wie $a$, auf das Jahr (365,25 Tage) und das Meter als Einheiten der Zeit und des Maafses.

Aus $a$ und $b$ finden sich nun, mittelst der Gleichungen (4) und (9) die Werthe von $\delta$, $D$, $\delta_1$, $D_1$ nämlich:

$$\delta = 13^{\circ}\ 52' \qquad D = 1,44573$$
$$\delta_1 = 17^{\circ}\ 34' \qquad D_1 = 1,62282$$

Nachdem so die Werthe von $a$, $b$, $\delta$, $\delta_1$, $D$, $D_1$, $q$ bestimmt worden, giebt Gleichung (7):

$$z=0,00456 \text{ für } x=6^{m},497$$
$$z'=0,00351 \text{ - } x'=8\ ,121.$$

Dann endlich liefern die Gleichungen (2) die Werthe von $\vartheta$ und $\vartheta_1$, für $x$ (für ein anderes $x$, d. h. für $x'$ sind die entsprechenden Gröfsen so eben mit $z'$, $\vartheta'$, $\vartheta'_1$ bezeichnet worden). Diese Werthe von $\vartheta$ und $\vartheta_1$ müssen mit 365,25 multiplicirt werden, um die Zahl der Tage vom 21. März bis zum Eintritt des Maximums oder Minimums zu erhalten. Bezeichnet man diese Zahl für die Tiefe $x$ mit $j$ und $j_1$, und für die Tiefe $x'$ mit $j'$ und $j'_1$; so geben die obigen Formeln, für Paris:

$$j=238 \quad j_1=52 \qquad j'=270 \quad j'_1=85.$$

Die vorhin angeführten Beobachtungen dagegen:

$$j=239 \quad j_1=50 \qquad j'=272 \quad j'_1=84.$$

Die Rechnung stimmt also gewifs, wie auch Herr Poisson bemerkt, merkwürdig mit der Erfahrung; indefs ist dabei wohl in Anschlag zu bringen, dafs die Gröfse $b$, von der wieder die meisten andern Gröfsen

abhängen, zuvor durch die den Tiefen $x$ und $x'$ entsprechenden beobachteten Werthe von $\vartheta$ und $\vartheta_1$, $\vartheta'$ und $\vartheta'_1$ bestimmt wurde, und dafs andererseits die Angaben des Thermometers nicht mit der S. 536 von Hrn. Quetelet erwähnten Correction versehen wurden.

In Bezug auf $H$, d. h. den Ueberschufs des Maximums über das Minimum im Jahre, verdient noch bemerkt zu werden, dafs die Relation zwischen dieser Gröfse und der zugehörigen Tiefe $x$, nach Hrn. Poisson, durch die Gleichung ausgedrückt wird:

$$H=\frac{2bh}{D}(\tfrac{1}{4}\pi \sin\mu \sin\gamma-2\alpha Q)e^{-\frac{x\sqrt{\pi}}{a}}$$

Die Gröfse $h$ hierin bezeichnet die Temperatur des Bodens, sofern sie durch die, zum Theil von ihm absorbirten, Sonnenwärme erzeugt wird. Um sie zu bestimmen, hat man für $b$, $D$, $\mu$, $\gamma$, $\alpha$, $Q$ ihre Werthe zu setzen, so wie $H$ und $x$ aus Beobachtungen zu nehmen. Auf diese Weise findet Hr. Poisson, mittelst der beiden letzten Beobachtungen Arago's:

$$h=35^\circ\ 925 \text{ C. und } h=35^\circ,923 \text{ C.}$$

$H$ war die Differenz zwischen dem Maximum und Minimum im Jahre für die Tiefe $x$; nimmt man die halbe Summe dieser Extreme, subtrahirt von dieser die mittlere Temperatur des Bodens in derselben Tiefe und bezeichnet diese Differenz mit $G$, so giebt die Theorie:

$$G=\frac{hb}{D_1}(\pi\alpha \sin\mu \sin\gamma+Q_1)e^{-\frac{x\sqrt{2\pi}}{a}}\cos\varphi.$$

Aus dieser Gleichung folgt für Paris:

$$G=-0^\circ,00133 \text{ für } x=6^m,497$$
$$G=\ \ 0\ ,00202\ \text{ - }\ x'=8\ ,121.$$

Man sieht also, die halbe Summe der Extreme im Jahre weicht von der Mitteltemperatur des Bodens um keine merkliche Gröfse ab.

Die Schwankungen der Bodentemperatur sind Folge

der Sonnenwärme, und erstrecken sich in keine grofse Tiefe. Die *täglichen* Schwankungen hören, nach Poisson's Rechnung, schon in der Tiefe von einem Meter, so gut wie gänzlich auf; die *jährlichen*, welche allein in dem Obigen betrachtet wurden, erstrecken sich zwar weiter hinab, doch auch nicht viel über 20 und einige Meter.

Als Beleg dazu giebt Hr. Poisson 352 Beobachtungen, die in den Kellern der Pariser Sternwarte 28 Met. unter der Erdoberfläche angestellt wurden. Er zerfällt sie in vier Reihen, wo sie dann folgende Mittelwerthe darbieten:

| Beobachtungen. | | Temperatur | | |
|---|---|---|---|---|
| Anzahl. | Zeitraum. | mittlere | Extreme | |
| 72 | 1. Juli 1817 bis 16. Juni 1820 | 11°,730 C. | 11°,675 | 11°,779 |
| 134 | 1. Juli 1820 bis 16. Febr. 1826 | 11 ,801 | 11 ,744 | 11 ,884 |
| 55 | 1. März 1826 bis 16. Oct. 1828 | 11 ,857 | 11 ,779 | 11 ,919 |
| 91 | 1. Nov. 1828 bis 18. Jan. 1835 | 11 ,950 | 11 ,919 | 11 ,969 |
| Mittel aus allen 352 Beobachtungen | | 11°,824 C. | 11°,675 | 11 ,969 |

Die kleinen Schwankungen scheinen nur zufällig zu seyn, da sie an keine bestimmte Zeit des Jahres gebunden sind; das langsame Steigen des Mittels scheint dagegen von einer geringen allmäligen Contraction der Kugel des Thermometers (eines von Gay-Lussac verfertigten) herzurühren; doch ist es bemerkenswerth, dafs ein zweites, noch von Lavoisier herstammendes Thermometer während der 18 Jahre stets denselben Gang befolgte, d. h. gegen das erstere immer um seine ursprüngliche Differenz (0°,316) höher stehen blieb, von dieser je kaum um 0°,01 in Plus und Minus abwich.

*P.*

## V. *Ueber einen merkwürdigen Blitzschlag; von Ferdinand Oswald, Apotheker in Oels.*

Bekannt mit den in Froriep's Notizen, No. 6 Bd. 48, mitgetheilten Versuchen Fusinieri's über die Wirkung des elektrischen Funkens auf Metalle, so wie mit der Aufforderung Arago's, die verschiedenen Niederschläge, welche der Blitz auf den von ihm getroffenen Gegenständen hinterläfst, genauen Prüfungen zu unterwerfen, benutzte ich eine sich mir darbietende Gelegenheit, Untersuchungen dieser Art anzustellen.

Es schlug nämlich der Blitz am 3. Juni d. J. in ein mit Zink gedecktes, neues, schon bewohntes Haus, ohne jedoch zu zünden. Die Befestigung und Verbindung der Zinkplatten war mit eisernen verzinnten Nägeln, nicht durch Löthung bewerkstelligt, und kein Blitzableiter auf dem Gebäude. — Am Dache lehnte eine über den Giebel hinausragende Leiter, oben mit einem starken eisernen Haken versehen. — Diese wurde zuerst vom Blitze getroffen, der oberste Theil ganz zerschmettert herabgeworfen; die Splitter glichen morschem Holze. Das elektrische Feuer verbreitete sich über das ganze Dach, und fuhr, eines einzigen sicheren Leiters ermangelnd, in vielen Strahlen auf die Vorder- und Hinterseite des Hauses in die Stuben. — In die Vorderstube des oberen Stocks drang ein Strahl vom Dach aus über dem einen Fenster ein, an welchem zwei Kinder saſsen, welche unbeschädigt blieben, sprang dann an den Spiegel, von dessen Verzierung er eine bronzene Rosette abwarf, schleuderte dann die am zweiten Fenster sitzende älteste Tochter des Bewohners dieses Stocks, eines Herzogl. Kammer-Beamten, in die Stube, ohne ihr mehr Schaden zu thun, als das eine Ohrläppchen etwas zu verbrennen, den

Ohrring abzuschmelzen, von welchem nur die Hälfte wieder gefunden worden, und mit mehreren blauen und rothen, Ruthenschlägen ähnlichen, Streifen auf dem Rükken zu zeichnen, so wie auch auf kurze Zeit zu betäuben. — Zwei andere Fenster der Nebenstube waren ganz zertrümmert.

Schlimmer und trauriger waren die Wirkungen des Blitzes in der Hinterstube desselben Stocks. Dort traf ein Strahl den Beamten, ein anderer seine Frau, beide waren in der Nähe des Fensters, und wurden parallel auf dem Gesicht liegend von den zu Hülfe Eilenden im völlig bewustlosen Zustande gefunden.

Nachdem durch die sorgfältigste und schleunigste Hülfe die Betäubten der Todesgefahr entrissen waren, konnten erst die verschiedenartigen Wirkungen des Blitzes untersucht werden. Der Beamte trug an einer silbernen Kette eine doppelhäusige goldene Uhr; diese Kette war zerissen, einzelne Glieder an einander gelöthet und theilweise andere Stücke derselben auf mannigfache Weise vereinigt.

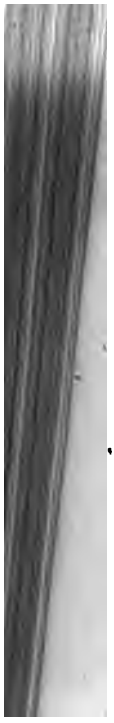
An dem Gehäuse war neben dem Knopfe ein Stück Gold herausgeschmolzen und zum Theil in der Westentasche herumgeschleudert, zum Theil an die Kette gespritzt, so wie sich hingegen Silber in kleinen feinen Blättchen an der Uhr befand. Das Uhrwerk selbst hatte nicht gelitten. An der Stelle, wo die Kette die Weste berührt hatte, war dieselbe stark verbrennt, und es zeigten sich auch starke Brandwunden um den Hals und auf der Brust. An dem linken, dem Fenster zugekehrten Fuſse war vom Knie ab das *blautuchene* Beinkleid sehr stark zerfetzt, am rechten wenig, und zwar nur in der Gegend des Knöchels. — An beiden inneren Seiten der vom Blitz aufgetrennten Nath des Beinkleides fand sich eine gelbliche Färbung des Tuches, welche, von weiten angesehen, sich wie fein eingestreuter Schwefel ausnahm, sich aber, wie später gezeigt werden soll, nicht

als

als solcher zeigte. Die Nähte des Stiefels am linken Fuſs waren aufgetrennt, das Vorderblatt zerrissen, der Stiefel war vom Fuſs geschleudert gefunden; am Stiefel des rechten Fuſses waren die Nähte weniger verletzt, auch war derselbe noch am Fuſs. Ein Nagel in der Diele, auf welchem gerade der rechte Fuſs stand, war über einen halben Zoll tief in die Diele getrieben, und und an diesem der Blitz in die untere Etage gegangen. — Die Gattin des Beamten war weniger beschädigt, doch hatte der Blitz sie auch heftig getroffen, namentlich den linken Arm und die Füſse, deren Bekleidung ebenfalls stark zerfetzt war.

In der unteren Etage kamen die in der Hinterstube sich befindenden, aber mehr in der Mitte der Stube stehenden Bewohner mit einem bedeutenden Schreck und nur momentaner Betäubung davon, obschon der Blitz eben so heftige Zerstörung an den Fenstern und Mauern ausführte. — Unter dem einen Fenster der Vorderstube riſs er mehrere Ziegeln aus der Mauer, in der Hinterstube setzte er einen Fayencenapf mit Vogelfutter vom Fenster mitten in die Stube, ohne denselben weiter zu beschädigen als einen Riſs zu verursachen. In der nebenan befindlichen Küchenstube ging ein Strahl an einem in der Fensterecke stehenden blanken Hirschfänger herab, warf einen Holzknorren aus dem Fensterbrett und ging dann weiter durch die Mauer in die Souterrains oder den Garten, wo sämmtliche Strahlen spurlos verschwunden sind. — Es waren 38 Fensterscheiben, und die meisten Fensterrahmen und Kreuze zertrümmert, so wie 27 Ein- und Ausgangspunkte des Blitzes zu sehen. An den Fensterrahmen, Kreuzen und deren Beschlägen, so wie an dem Mauerwerk hatte der Blitz einen schwarzgrauen Niederschlag abgesetzt. Um nun diesen zu prüfen, rieb ich ihn mit feuchtem, weiſsem, feinem Filtrirpapier ab, und sammelte den von der Mauer besonders.

Unter dem Anflug auf den Fensterrahmen war der



sonderen Prüfungen, bei d
Kürze wegen diejenigen Re
werde, welche kein Resulta
noch die Bemerkung voran,
Anflage von den Fensterrahm
tate gegeben haben.

A. Untersuchung des von den
sen, so wie deren Beschlä
schlages.

A. Löthrohrve

1) Das Papier verbrannte n
als dasselbe Papier ohne
2) Die Kohle und Asche bli
liegen, und zeigte nach dem
des Papiers mit bräunlichgelb
3) Der Ring auf der Kohle, zu
einen gelben Bleirauch, de
war weifs von Zinkoxyd.
Anflug hält sich verkohlt n
sondern bildet die gewöhnli
giebt weder gelben

5) Natron löst es ebenfalls nach längerem Behandeln zu klarem Glase auf, es scheint sich vorher am Reductionsfeuer Schwefelnatrium und Schwefelblei zu bilden, welches nach längerem Blasen zu Bleiglas gebildet wird.

6) Phosphorsalz gab eine helle Kugel und löste die Masse schnell auf.

*B.* Untersuchung der Asche auf nassem Wege.

Des entschiedenen Bleigehaltes wegen wurde die Asche mit Salpetersäure heifs behandelt, mit etwas Wasser verdünnt, und die von einem schweren metallischen Niederschlage getrennte Flüssigkeit geprüft.

1) Schwefelwasserstoffwasser gab einen schwarzen Niederschlag, welcher von der überstehenden Flüssigkeit befreit, mit Ammoniak versetzt und mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak behandelt wurde; der zurückbleibende schwarze Niederschlag zeigte sich als Schwefelblei, welches, mit Natron zerlegt, reguliniſches Blei vor dem Löthrohr gab. — Das Schwefelwasserstoff-Ammoniak hatte nichts von dem Niederschlage aufgenommen, sondern verflüchtigte sich fast vollkommen, der geringe Rückstand war Kalk.

2) Ammoniak gab einen weifsen flockigen Niederschlag, der sich als Bleihydrat zu erkennen gab.

3) Schwefelsaures Kali gab schnelle Trübung; der Niederschlag bestand aus schwefelsaurem Blei und wenig Gyps, welcher durch Zusatz von etwas Alkohol besser gefällt wurde.

4) In der von dem schwefelsauren Blei und Kalk abfiltrirten Flüssigkeit entstand durch Erhitzen mit kohlensaurem Natron nur eine Spur eines weifsen flockigen Niederschlages, wahrscheinlich von Zink, der geringe Antheil des Zinks war schon meist vor dem Löthrohr verflüchtigt.

5) Oxalsaures Ammoniak gab reichlichen Niederschlag,

welcher sich vorzüglich nach dem Erwärmen der Flüssigkeit leicht ablagerte, und sich als oxalsaure Kalkerde zeigte.

(Bei diesem Versuche war das Blei vorher durch verdünnte Schwefelsäure gefällt worden.)

6) Der bei der Auflösung erhaltene schwere metalloxydartige Rückstand löste sich nur zum Theil bei Zusatz von Salzsäure auf, ein kleiner Rückstand blieb selbst noch nachdem die Flüssigkeit in der Wärme behandelt worden war.

7) Bei weiterer Behandlung fand es sich, dafs der Rückstand aus schwefelsaurem Blei bestand, welches durch Prüfung vor dem Löthrohr ermittelt wurde. — Die salzsaure Auflösung enthielt nur etwas Eisenoxyd und Zinnoxydul, welches letztere durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak ermittelt wurde. — Nur bei dieser Untersuchung gelang es Zinn zu finden, alle anderen gaben keine Spur, wahrscheinlich war das Zinn aus dem Fensterblei fortgeführt, welches wohl nicht immer frei davon seyn mag.

*C.* Untersuchung auf nassem Wege ohne vorhergegangene Verkohlung des Papiers.

Die Auflösung des Niederschlags wurde wieder durch Salpetersäure bewerkstelligt, und gab ziemlich dieselben Resultate, nur fand sich kein Zinn vor, dagegen wurde das Zink deutlich erhalten. — Blei und Eisenoxyd, so wie Kalk waren darin enthalten.

Als letzten Versuch mit dem von den Fensterrahmen und Kreuze abgeriebenen Niederschlage behandelte ich die Papiere mit Salzsäure. Die verbrannten Reagentien gaben dieselben Resultate, aber eben auch kein Zinn. Das ausgezogene Papier enthielt nur noch eine Spur von Blei.

*D.* Behandlung des in der unteren Etage von der Mauer abgeriebenen Niederschlags.

Dieser gab sowohl auf trocknem als auf nassem Wege kein anderes Resultat als Blei, denn der Gehalt an Kalk und Eisen war hier nicht mit Gewifsheit dazu zu zählen.

*E.* Untersuchung des auf den blautuchenen Beinkleidern befindlichen scheinbaren gelblichen Anfluges.

Ein Theil des abgekratzten, mit Wollfasern gemengten gelben Stoffes wurde vor dem Löthrohr behandelt, aber keine Spur von Schwefel oder einem Metall erhalten. Um mich zu sichern, dafs keine Spur dieser Stoffe mir entgangen sey, unterwarf ich einen Theil dieser Fasern einer trocknen Destillation in einem Glaskölbchen mit der Vorrichtung, dafs die Gasarten und Dämpfe aufgefangen werden konnten; es waren nur kohlensaures Ammoniak, brenzliches Oel, Kohlenwasserstoffgas, aber keine Spur eines schwefelhaltigen Stoffes zu finden, die Kohle enthielt auch keine metallische Beimischung. Ich vermuthete daher, dafs die elektrische Materie auf den *Indigo* desoxydirend eingewirkt haben möge, deshalb versuchte ich durch Elektricität hinter die Wahrheit zu kommen: Die mir zu Gebote stehende Elektrisirmaschine war indefs entweder nicht kräftig genug, um eine Veränderung in der Färbung des Tuches (von den nämlichen Beinkleidern) hervorzubringen, oder der Grund war, dafs die erwähnte Veränderung einer anderen Ursache beizumessen. — Ich versuchte indefs noch die Wirkung einer galvanischen Säule von 95 Plattenpaaren à $1\frac{1}{4}$ Zoll Diameter, indem ich den befeuchteten Tuchlappen isolirt in die galvanische Kette brachte. Es zeigte sich hier bald eine Einwirkung; an den Berührungspunkten wurde die blaue Wolle erst weifslich, und dann nach einiger Zeit aufserhalb des galvanischen Stromes gelb, und zwar von derselben Färbung wie die in den

Beinkleidern bemerklichen Flecke. Der Blitz hatte also ebenfalls eine stellenweise Desoxydation des Indigo bewirkt.

## VI. *Fernere Beobachtungen über die merkwürdigen Sternschnuppenfälle in den letzten fünf Jahren.*

Noch immerfort mehren sich die Nachrichten über die ungewöhnlichen, zu verschiedenen Jahren um die Mitte des Novembermonats gesehenen Sternschnuppenfälle, und wenn sie gleich keinen Aufschluſs über den Ursprung dieser Meteore und ihren räthselhaften Zusammenhang mit eben genannter Jahreszeit darbieten, lehren sie doch manche nicht unwichtige Einzelheit kennen. Deshalb wird eine Zusammenstellung dieser neueren Nachrichten nicht überflüssig seyn, zumal dadurch vielleicht die Aufmerksamkeit auf den kommenden November hingelenkt werden möchte. Die bereits früher in diesen Annalen (Bd. XXXIII S. 189, Bd. XXXIV S. 129 und Bd. XXXVI S. 562) mitgetheilten Beobachtungen betreffen die Ereignisse von:

1799 Nov. 11 bis 12, beobachtet zu Cumana von Hrn. A. v. Humboldt, in Grönland von den mährischen Brüdern, und in Deutschland von mehren Personen.

1822 Nov. 12 bis 13, beobachtet zu Potsdam von Hrn. Klöden.

1831 Nov. 12 bis 13, beobachtet von Hrn. Bérard.

1832 Nov. 12 bis 13, beobachtet im ganzen mittleren und nördlichen Europa, selbst mitten in Rufsland, im Gouvernement Kursk.

1833 Nov. 12 bis 13, beobachtet in Nordamerika, besonders den Vereinigten Staaten.

1834 Nov. 13 bis 14, ebendaselbst und in Mähren.

1835 Nov. 13. Meteorsteinfall, beobachtet im Dep. Ain, von Hrn. d'Aubenton.

Zu diesen sind nun in neuerer Zeit noch folgende Nachrichten hinzugekommen.

1831 Nov. 12 bis 13. In Betreff der Beobachtung des Hrn. Bérard sagt eine Notiz in den *Ann. de chim. et de physique*, *T. LI p.* 160, dafs dieselbe zu Schiffe an der spanischen Küste unweit Carthagena gemacht worden sey. Drei Stunden lang zeigten sich daselbst durchschnittlich zwei Sternschnuppen in jeder Minute, zum Theil von sehr ungewöhnlicher Gröfse. Eine derselben, die im Zenith entstand und nach Westen zog, hinterliefs einen irisirenden Schweif so breit wie der Mond, und sechs Minuten lang sichtbar. — Nach dem Zeugnifs eines Hrn. Wright wurde auch an diesem Tage (13. Nov. 1831) Morgens zwischen 3 und 4 Uhr im Staat *Ohio*, in Nordamerika, ein ungewöhnlicher Sternschnuppenschauer beobachtet. (Silliman's Journ. Vol. XXVII p. 419.)

1832 Nov. 13 (neuen Styls) Morg. zwischen 3 und 4 Uhr wurde zu *Orenburg* bei heiterem, windstillem Wetter und — 10° R. Lufttemperatur eine Unzahl von Sternschnuppen gesehen. Sie beschrieben in der Richtung von NO. nach SW. einen grofsen Bogen am Himmel, zersprangen wie Raketen in unzählig viele Funken, ohne Geräusch, und hinterliefsen, noch lange nach ihrem Verschwinden, irisirende Lichtstreifen. Man hörte mehrmals sagen, der Himmel habe sich gespalten und in der Oeffnung seyen lange glänzende Streifen von weifser Farbe sichtbar. Zuweilen fuhren rasche Blitze quer durch den Himmel, die das Licht der Sterne verdunkelten und ebenfalls lange Streifen mit Regenbogenfarben erzeugten. Auch sie bewegten sich ohne Geräusch. Zwischen 5 und 6 Uhr Morgens hatte das Meteor seine gröfste Ausbildung erreicht, dauerte aber ohne Unterbrechung bis zum Sonnenaufgang.

In derselben Nacht und fast zur selben Stunde beobachtete man zu *Hitzkaja-Saschtschita*, etwa 75 Meilen südlich von Orenburg, folgende Erscheinung. Vom Horizont aus erhoben sich zwei Säulen weifsen Lichts, entfernt von einander etwa um die Breite des Mondes, der zur Zeit niedrig am Himmel stand. Gegen die Mitte ihrer Höhe waren sie leuchtender und stark gekrümmt. Von dieser Stelle liefen mehre horizontale Streifen aus, die lebhaftesten von ihnen bis gegen den Mond hin, wo sie sich vereinigten. Dadurch wurde eine Art von H gebildet. — Zu *Ufa*, 380 Meilen nördlich von Orenburg, sah man Aehnliches, doch weniger ausgebildet (*L'Institut, No.* 159 *p.* 161. Aus einem Briefe des Grafen v. Suchtelen) [1]).

1834 Nov. 13 bis 14. Ueber die in dieser Nacht in den Vereinigten Staaten gesehenen Sternschnuppen hat sich unter den nordamerikanischen Physikern eine Discussion erhoben. Hr. Bache, Professor der Physik und Chemie an der pennsylvanischen Universität, behauptet, es habe sich, wenigstens zu Philadelphia, wo er beob-

1) 1833. November. Beiläufig mag hier folgende, etwas zweifelhafte Angabe, entlehnt aus dem *Bulletin de la Société géologique de France, T. IV p.* 411, noch Erwähnung finden. — »Gegen Ende des letzten Novembers (1833) ereignete sich zu Kandahar (*à Kandanhor, ville d'Inde*) ein Meteorsteinfall. Die Steine fielen in so grofser Menge und von solcher Gröfse, dafs viele Dächer durchbohrt und mehre niedergedrückt wurden. Ein Kind von 12 Jahren, welches auf dem Hofe eines Hauses ging, wurde mit solcher Gewalt von einem dieser *entflammten* Meteore getroffen, dafs es todt zu Boden fiel. Dem Phänomen folgte ein so dicker Nebel, dafs, unerhört in diesen Ländern, die Sonne drei Tage lang nicht durchzudringen vermochte.« (Vermuthlich sind diese Meteore, obwohl sie »entflammte« genannt werden, nichts anders als Schlossen gewesen; schon Chladni hat bekanntlich nachgewiesen, dafs Hagel und Aerolithen mehr als einmal mit einander verwechselt worden sind. War dieſs auch hier der Fall, so hätte zugleich der »dicke Nebel« nichts Wunderbares. *P.*)

achtete, in der Nacht vom 13. auf den 14. Nov. 1834 Nichts am Himmel zugetragen, was auch nur entfernt dem Meteor vom 12. bis 13. Nov. 1833 an die Seite gestellt werden könne. Zur Stütze dieser Behauptung theilt er seine vom 9. bis 19. November nächtlich angestellte Beobachtungen im Detail mit, und aus diesen geht allerdings hervor, dafs die Zahl der Sternschnuppen in jener Nacht nichts Ungewöhnliches hatte. Nur ein einziges Mal, zwischen $5^h$ 15′ und $5^h$ 30′ Morgens, zeigten sich fünf, noch dazu schwache Sternschnuppen in einer halben Minute. Um seiner Behauptung noch mehr Gewicht zu verschaffen, hat er Erkundigungen an mehren Orten eingezogen, und dadurch erfahren, dafs man an folgenden Orten Nichts oder Nichts Auffallendes wahrgenommen (zum Theil freilich wegen bedeckten Himmels): Auf den elf Militärposten an der nördlichen und westlichen Gränze, von Maine bis Florida, ferner zu Wilmington, Baltimore, New-York, Nashville und auf den Universitäten zu Virginien und Nord-Carolina.

Dagegen behaupten, unabhängig von einander, Hr. Twining, Baumeister in West-Point, und Hr. Olmsted, Professor in New-Haven, dafs das Meteor von 1834 in seinem Charakter dem von 1833 ganz ähnlich gewesen sey, dafs nämlich die Sternschnuppen, *obwohl an Zahl und Gröfse bei weitem geringer als im J.* 1833, doch eben so wie damals von einem *gemeinschaftlichen, im Sternbilde des Löwen liegenden Mittelpunkte ausliefen.* Hr. Loomis, der Hrn. Olmsted bei seinen Beobachtungen unterstützte, setzt diesen Mittelpunkt in 30° 15′ Declination und 144° 30′ Rectascension, etwas nordwestlich von $\gamma$ Leonis (20° Decl. und 150° R.), dem Ort, wo er sich 1833 befand. Die ausführlichen Verhandlungen über diesen Gegenstand finden sich in Silliman's Journal, Vol. XXVII p. 335. 339. 416. Vol. XXVIII p. 305. Vol. XXIX p. 383.

1835 Nov. 13 bis 14. In derselben Nacht, in wel-

der westlichen Theile von Ma
eine ungewöhnliche Anzahl v
nommen. Er selbst sah zu
kenswerthes.

Endlich war jene Nacht
*Hoffnung* durch einige wenige, a
Sternschnuppen ausgezeichnet.
ganzen November hindurch se
Meteore gerichtet hatte, bemerk
her, dafs zwar am 13. Nov. si
gegen aber am 14., in dem k
46 Minuten, vier Sternschnupp
Gröfse sichtbar wurden. Die
Sternenzeit, und fiel im Norden
pafspunkt westlich) senkrecht
$4^h\ 42'\ 59''$, fiel, zwei Punkte ö
ganz senkrecht, sondern etwas
dritte, um $4^h\ 46'\ 39''$, östlich v
und noch

Venus im stärksten Lichte gleich, wiewohl diese am Kap ein so lebhaftes Licht besitzt, dafs sie sehr scharfe Schatten wirft, nicht blofs auf weifse Mauern, sondern selbst auf den Erdboden. (*Compt. rend.* 1836, *I. p.* 264.)

---

Die eben mitgetheilten Beobachtungen vervollständigten die Kenntnifs der schon bekannten Ereignisse; nachstehende, der es leider nur an Bestimmtheit gebricht, lehrt einen neuen Fall der Art kennen. In einem Schreiben an die Pariser Academie sagt nämlich Hr. Fournet, dafs er, als er 1812 in der ersten Hälfte des Novembers (des Tages erinnert sich derselbe nicht mehr genau) um 5 Uhr Morgens mit der Schnellpost von Coblenz nach Bonn reiste, eine bedeutende Menge Sternschnuppen, gleich Raketen, sich in allen Richtungen bewegen sah. Wenige Augenblicke vergingen, dafs er nicht welche sah, bald hie, bald da, und oft mehre zugleich. Das Phänomen dauerte bis Anbruch des Tages (*Compt. rend.* 1836 *I. p.* 374).

---

Schliefslich wollen wir hier noch einer vom Professor Olmsted (in Silliman's Journ. Vol. XLIX p. 376) ausgesprochenen Hypothese kurz erwähnen, ohne uns weiter in eine Kritik derselben einzulassen. Aus der regelmäfsigen Wiederkehr der Sternschnuppen-Phänomene zu bestimmten Perioden ergiebt sich, sagt Hr. O., dafs die Erde in jeder solchen Periode mit der »Meteor-Wolke« zusammentrifft, und diese Wolke mufs entweder im Weltraume stillstehen oder Umläufe um die Sonne machen. Stillstehen kann sie nicht, wenn sie der allgemeinen Anziehung unterliegt; weit wahrscheinlicher ist es also, dafs sie um die Sonne läuft. Und da sie einmal im Jahre mit der Erde zusammentrifft, mufs ihre Umlaufszeit einen aliquoten Theil von der Umlaufszeit dieser letzteren aus-

machen. Kleiner als ein halbes Jahr kann die Umlaufszeit dieser Nebelmasse nicht seyn, weil sie sonst, nach Kepler's Gesetzen, eine Bahn bekäme, vermöge welcher sie die Erde niemals (? *P.*) träfe; andererseits kann sie auch nicht gröfser seyn, weil sonst die Conjunctionen mit der Erde nicht zwei Jahre hinter einander an denselben Punkten der Erdbahn stattfinden würden. Die Umlaufszeit der hypothetischen Meteor-Wolke mufs also, schliefst Hr. O., ungefähr sechs Monate betragen. Hienach bekommt nun die Nebelmasse eine sehr excentrische Bahn. Denn ist ihre Umlaufszeit $=\frac{1}{2}$, die der Erde $=1$, die halbe grofse Axe der Meteorbahn $=x$, die der Erdbahn $=1$, so hat man nach dem dritten Gesetze Kepler's $x^3 : 1^3 = \frac{1}{4} : 1^2$, also $x=0{,}62996$; und die gröfste und kleinste Entfernung der Nebelmasse von der Sonne sind dann respective 1 und $2x-1=0{,}25992$. Auf dieser Bahn, von der Hr. O. überdiefs noch annimmt, dafs ihre Ebene einen kleinen Winkel mit der Ebene der Erdbahn macht, würde dann die Meteor-Wolke ein um das andere Mal in ihrem Aphelio mit der Erde zusammentreffen, und diese, wegen der Gröfse, welche er jener beilegt, ganz einhüllen [1]).

Was nun die hypothetische Meteor-Wolke oder Nebelmasse betrifft, so glaubt Hr. O. sie sey nichts anders als das längst bekannte *Zodiakallicht*. Zur Stütze dieser Meinung führt er an, dafs das Zodiakallicht gerade im November 1833 sehr ausgezeichnet gewesen sey, dafs es darauf langsam abgenommen, und im Mai 1834 (also

1) Ueberdiefs wäre auch wohl noch anzunehmen, dafs die Bewegung der hypothetischen Meteorwolke rückläufig sey, weil sie der Erde auf ihrer Bahn begegnete, oder, um nicht mehr zu sagen als was direct die Beobachtung von 1833 ergab, weil der Radiationspunkt der Sternschnuppen nahe mit dem Punkt zusammenfiel, auf welchen die Erde damals zueilte, wie diefs aus den in dies. Ann. Bd. XXXIII S. 213 mitgetheilten Berechnungen des Hrn. Prof. Encke hervorgeht.

nach 6 Monaten) sich fast dem Auge entzogen habe. Im November 1833 war es sowohl beim Aufgang als beim Untergang der Sonne sichtbar, und so konnte man wahrnehmen, dafs es einen sehr grofsen Winkel umspannte, also, wie Hr. O. schliefst, der Erde sehr nahe war. Seit Cassini und Mairan ihre Beobachtungen über das Zodiakallicht bekannt machten (in den Denkschriften der Pariser Academie von 1689 und 1731), also seit länger als einem Jahrhundert, ist, fährt Hr. O. fort, wenig oder Nichts gethan, um die Natur und die Gesetze dieses Lichts zu erforschen. Jene grofsen Beobachter, indem sie annahmen, das Zodiakallicht sey ein Theil der Sonnenatmosphäre, wurden unzweifelhaft von einer falschen Hypothese geleitet; allein seitdem nun diese Hypothese verworfen worden, scheint es eine Obliegenheit der Astronomen zu seyn, neue Beobachtungen anzustellen, und, wenn das Zodiakallicht keine Sonnenatmosphäre ist, zu sagen, was es sey [1]).

---

Nicht ganz ohne Nutzen ist es wohl, bei dieser Gelegenheit einige ältere Nachrichten von ungewöhnlichen Sternschnuppenfällen in Erinnerung zu bringen, wenngleich sie auch hinsichtlich der Jahreszeit, so weit sie angegeben ist, nicht mit den obigen in eine Kategorie zu stellen sind. Dergleichen Nachrichten finden sich in Chladni's Werk: »Ueber Feuermeteore u. s. w.« drei, nämlich folgende:

533 (ohne Angabe des Tages) sah man vom Abend bis Morgen Sternschnuppen in solcher Menge, dafs es

1) Besonders möchte wohl diese Aufforderung an die amerikanischen Astronomen zu richten seyn, denn nach der oftmaligen Erwähnung des Zodiakallichts in den bei Gelegenheit jener Sternschnuppenfälle bekannt gemachten Beobachtungs-Registern scheint es, als zeige sich jenes Meteor weit häufiger und ausgebildeter in Amerika als bei uns. *P.*

grofsen Schrecken erregte, und man glaubte sie so etwas Wunderbares gesehen zu haben [1]).

763, im März, glaubte man (wegen der grofsen Menge von Sternschnuppen, die sich zeigte) das Ende der Welt sey da.

1096 (ohne Angabe des Tages) zeigten diese Meteore sich mehre Nächte hindurch, so dafs man glaubte, es regnete Sterne vom Himmel.

Diese Nachrichten sind ganz neuerlich von einem Ungenannten durch eine vierte vermehrt, die derselbe in Wilken's *Geschichte der Kreuzzüge*, Bd. I S. 75, aufgefunden und der Pariser Academie mitgetheilt hat (*Compt. rend.* 1836, *II. p.* 145). Sie lautet folgendermafsen: Schon vor dem Concil zu Clermont hatten die Sterne die Bewegung der Christenheit angezeigt, denn unzählige Augen sahen sie in Frankreich am 25. April 1095 vom Himmel fallen, so dicht wie Hagel.

Endlich gehören hieher auch noch die Beobachtung von W. Brandes, der in der Nacht vom 6. Dec. 1798 viele tausende Sternschnuppen sah, und eine Angabe Chladni's (a. a. O. S. 39), nach welcher am Abend des 10. Aug. 1815 sich ungeheuer viele Meteore der Art gezeigt haben sollen.

Was das häufige Erscheinen der Feuermeteore in einer bestimmten Jahreszeit betrifft, so mangelt es auch unter den älteren Nachrichten nicht an Fingerzeigen, dafs der Novembermonat darin eine besondere Rolle spiele. Folgende Tafeln liefern Belege hievon. Die erste, von Ritter i. J. 1802 zusammengetragen, zeigt die Vertheilung von 85 beobachteten Feuerkugeln nach den einzelnen Monaten. Die andere von Chladni herstammend, giebt eben so die Vertheilung der in seinem (1817 erschienenen) Werk aufgezählten Feuerkugeln. In beide

1) Aehnliches soll sich 585 im 8. Mond am Tage Uschin in China zugetragen haben. Chladni vermuthet, dafs diefs Ereignifs mit dem von 533 identisch sey. (Gilb. Ann. Bd. LXVIII S. 359.)

Tafeln sind nur solche Feuerkugeln aufgenommen, bei welchen keine Meteorsteinfälle beobachtet wurden.

| | Ritter. | Chladni. | | Ritter. | Chladni. |
|---|---|---|---|---|---|
| Jan. | 3 | 24 | Juli | 11 | 21 |
| Febr. | 4 | 21 | Aug. | 7 | 27 |
| März | 8 | 21 | Sept. | 7 | 20 |
| April | 4 | 18 | Oct. | 8 | 23 |
| Mai | 8 | 17 | Nov. | 14 | 27 |
| Juni | 7 | 8 | Dec. | 4 | 23 |

Die geringe Zahl im Junimonat schreibt Chladni, der bekanntlich an keine Periodicität bei Meteorsteinfällen, Feuerkugeln, Sternschnuppen u. s. w. glaubte, der die Beobachtungen hindernden Helligkeit der Sommernächte zu; in seiner Tafel hat freilich der November nichts vor dem August voraus.

Entschiedener tritt dagegen die Bedeutung des Novembers hervor, wenn man sieht, wie viele Feuermeteore gerade am *dreizehnten* dieses Monats oder kurz vor- und nachher beobachtet worden sind. Die Zahl derselben ist gar nicht gering. In Chladni's angeführtem Werk und in dessen nachträglichen Katalogen (Gilbert's Annalen, Bd. LXVIII, Bd. LXXII u. Bd. LXXV, und in dies. Ann. Bd. VI und VIII) kommen folgende Angaben der Art vor.

1684 Nov. 13, grofse Feuerkugel mit langem Schweif, zwischen *Joachimsthal* und *Gottesgabe*.

1761 Nov. 12 $4^h$ 45', grofse, mit heftigem Knalle zerspringende Feuerkugel, die bei Dijon ein Haus anzündet.

1791 Nov. 12 Morg. $6^h$ 39', spindelförmige Lichterscheinung, von Lichtenberg in Göttingen gesehen.

1799 Nov. 12 Morg. $6^h$ (also zur Zeit des von Hrn. v. Humboldt in Amerika, von den mährischen Brüdern in Grönland und von mehren Personen in Deutschland gesehenen Meteors), Feuerkugel in England, die mit zischendem Geräusche ging und endlich zerplatzte.

1803 Nov. 13. Abends $8\frac{1}{2}^h$. Sehr ausgezeichnete

Feuerkugel in England (bei Chladni steht: am 6. oder 13. Nov.; in Th. Young's *Lectures* ist aber zwei Mal der 13. Nov. angegeben).

1813 Nov. 10 Ab. 6$^h$ 40′ in England ein zugleich rauchendes und leuchtendes Meteor. — Am 8. Nov. ein ungewöhnliches blaues, das Mondlicht verdunkelndes, Leuchten (Nordlicht?). Am Abend desselben Tages sehr viele Sternschnuppen.

1818 Nov. 13. Ab. 7½ Uhr. Blau leuchtendes und Funken sprühendes Feuermeteor in England.

1819 Nov. 13 Ab. 7$^h$. Sehr ungewöhnliche Feuerkugel auf Haiti (eine andere am 14. in Böhmen und eine dritte am 18. in England; endlich am 19. (oder 21.) das von Bowditch berechnete Meteor, nebst vielen Sternschnuppen in Nordamerika).

1820 Nov. 12 Nachm. 4$^h$. Feuerkugel mit Gewitter in Rußland, Gouvernement Kursk.

1822 Nov. 11. Feuerkugel in Freiberg, — am 12. grofse Sternschnuppen in Potsdam, — am 15. Feuerkugel in Apenrade.

1824 Nov. 13 bis 14 Nachts. Feuerkugel in Mainz.

1825 Nov. 14 Ab. 8$^h$. Feuermeteor mit Explosion in Schottland.

So viele Meteore scheinen in anderen Monaten nicht auf denselben oder ungefähr denselben Tag zu fallen.

1836. ANNALEN No. 8.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXVIII.

## I. *Ueber den Zustand, in welchem sich die fossilen Pflanzen befinden, und über den Versteinerungsproceſs insbesondere;*

*von H. R. Göppert.*

Der Begriff der Versteinerung ist von jeher in einem allzu ausgedehnten Sinne von allen fossilen, ehemals organischen Körpern gebraucht worden, während er doch nur einer geringeren Anzahl derselben zukommt. In den älteren Kohlen- und Uebergangsgebirgen trifft man in der Steinkohle und den Kohlenschiefern die Pflanzen zwar verkohlt, doch nicht immer die ganze Substanz derselben, sondern häufig nur den Rest des Vegetabils in Form eines sich leicht ablösenden Ueberzugs oder auch gar nur den Abdruck desselben an. Höchst selten sieht man es zwischen den Schieferplatten noch völlig biegsam und wie getrocknet. In diesem Augenblicke liegen mir zwei Exemplare dieses, wenigstens in Schlesien äuſserst seltenen Vorkommens zur Untersuchung vor. Das eine ist ein von dem Hrn. Apotheker Beinert zu Charlottenbrunn in der dasigen, zur Porphyrkohlenformation gehörenden Sophiengrube entdeckter Saamen, das andere ein neues, zur Gattung *Alethopteris* gehörendes Farrenkraut aus den Thoneisensteingruben bei Kreuzburg, in Oberschlesien, in einem weiſslichen Thon, welcher dort mit Thoneisenstein und Steinkohlen, *Calamites cannaeformis*, *Sigillaria organum* und *Alethopteris Ottonis* vorkommt, und mir von dem Kreisphysicus Hrn. Dr. Meyer zu Kreuzburg zugestellt ward. Jener Saame zeigt unter dem Mikroskop vollkommen *zellige Structur*, (doch vermag ich es noch nicht ihn näher zu bestimmen) das Farrenkraut aber nicht

nur die *gestreiften Gefäße der Blattnerven, das Zellgewebe des Parenthyms, die netzförmige Oberhaut, sondern auch sogar noch Stomatien*, ganz so wie dieſs bei den Farren der Jetztwelt zu sehen ist. Nach dem Glühen bleibt noch ein aus Kali bestehendes Skelett zurück, wie dieſs, nach meinen Beobachtungen, auch die Farren der Jetztwelt liefern, bei denen sogar der gegliederte Ring der Sporangien ganz daraus besteht. Ein Tropfen Wasser zerstört die ganze Structur, und löst alles, bis auf einen äuſserst geringen, aus Kieselerde bestehenden Rückstand auf. Jene Thatsachen sind auch in geologischer Hinsicht von Wichtigkeit, indem sie entschieden nachweisen, daſs *jenes Farrenkraut, weder vor noch nach oder während der Einschlieſsung in Thon, unmöglich einer lang dauerden Ueberschwemmung ausgesetzt gewesen seyn konnte, da es sonst kein Kali, ein so leicht lösliches Salz, mehr liefern würde.* Daſs das Wasser, wenn es bei der Bildung der Kohle thätig ist, diese Wirkung hervorbringt, zeigen die Untersuchungen des Hrn. Karsten, welcher fand, daſs die Asche des fossilen Holzes und der Braunkohle keine Spur eines feuerbeständigen Alkalis mehr enthielt [1]).

Wenn man Farrenkräuter der Jetztwelt zwischen weiche Thonplatten bringt, im Schatten trocknet und dann langsam allmälig bis zum Glühen erhitzt, so kann man den fossilen Pflanzen täuschend ähnliche Producte erhalten. Je nach dem verschiedenen dabei angewandten Grade der Hitze erhält man die Pflanzen von den getrockneten braunen bis zum völlig verkohlten Zustande, seltner jedoch glänzend schwarz auf der Platte fest anliegend; bei anhaltendem Glühen, nach vollständiger Ver-

1) Archiv für Bergbau und Hüttenwesen; herausgegeben von Dr. C. J. B. Karsten, 12. Bd. 1. Heft. Berlin 1826. Untersuchung über die kohligen Substanzen des Mineralreiches überhaupt und über die Zusammensetzung der in der Preuſsischen Monarchie vorkommenden Steinkohlen insbesondere, S. 29.

brennung alles Organischen, auch nur den Abdruck, oder das, was die älteren Lithologen mit dem Namen *Steinkern* bezeichneten. Es ist hierbei nicht uninteressant zu sehen, wie die geringe Menge Kohlenstoff, welchen eine solche Pflanze enthält, auch noch die nächsten Thonlagen in grofser Ausdehnung schwärzt, woraus wir wohl schliefsen dürfen, dafs die schwarze Farbe des die Steinkohlen deckenden Schieferthons, nicht etwa von destruirter, damit vermischter Steinkohle, sondern nur von den darin enthaltenen Pflanzen herrührt. Noch besser geräth der Versuch, wenn man den Thon mit gepülverten Steinkohlen oder Asphalt vermischt. Doch zeichnet sich der Abdruck immer durch eine von der Umgebung verschiedene, meistens dunklere Farbe aus, woraus wohl hervorgeht, dafs der Kohlenstoff des Thons, wenn er auch selbst, wie wir vorhin anzunehmen geneigt waren, nicht von der Pflanze herrührte, keinen Einfluſs auf die Umwandlung der Pflanze ausübt. Es ist also keinesweges Steinkohlenmasse, welche, wie man sonst glaubte, den Raum einnimmt, den früher die Pflanze erfüllte, sondern die in Kohle verwandelte, mehr oder minder erhaltene Substanz der Pflanze selbst, die man in den Abdrücken antrifft. Daher läfst sich auch begreifen, warum verschiedene, auf einer und derselben Schieferplatte befindliche Arten mit verschiedener Färbung und Glanz erscheinen; das ist von der Individualität des Gewächses herzuleiten. Die so eben beschriebenen Versuche gelangen jedoch nicht nur mit *Farrenkräutern*, sondern auch mit *sehr verschiedenartigen Dikotyledonen*. Da ich nun wenigstens in den vor mir in Schlesien, und in dem Museum zu Berlin und Prag bis jetzt beobachteten fossilen Pflanzen der Kohlenformation nichts bemerkte, was auf eine durch Fäulnifs veranlafste Destruction schliefsen liefs, so dürften wir wohl annehmen, *dafs alles, was wir in dieser Formation vorfinden, auch ein treues Bild der damaligen Vegetation liefert und nichts verloren ging.*

Man hüte sich daher allzuviel aus dem immerhin interessanten Experimente von Lindley auf die Zusammensetzung der Flora der Vorwelt schliefsen zu wollen.

Lindley liefs eine grofse Anzahl von Pflanzen, an 173 Arten, aus den verschiedensten Gattungen, über zwei Jahre im Wasser faulen, und fand nun allerdings, dafs die Arten, deren Analoga wir gewöhnlich in der Steinkohlenflora finden oder zu finden vermeinen, sich unter allen am besten erhalten hatten [1]). Zunächst ist nachzuweisen, ob wirklich Spuren von Destruction vorhanden sind, und dann erst darf man zu Schlufsfolgen eilen.

Wenn man, wie schon oben erwähnt ward, die zwischen den Thonplatten eingeschlossenen Pflanzen bis zur Verbrennung alles Organischen glüht, erhält man einen vollständigen Abdruck derselben, von der oberen, wie von der unteren Seite, ein Zustand, welcher demjenigen zu vergleichen ist, in dem wir, wenigstens in Schlesien, die Farrn und andere Pflanzen in der Grauwacke, dem Kohlensandstein, und die zahlreichen *Dikotyledonenblätter* in dem Quadersandsteine finden, denn auch letztere sind nicht, wie es aber gewöhnlich geschieht, als *versteinert*, sondern nur als *Abdrücke* zu betrachten [2]).

Wiewohl es also gelingt, durch Hülfe des Feuers ähnliche Pflanzenproducte, wie die fossilen, zu erhalten, glaube ich doch, dafs die Bildung derselben viel häufiger auf nassem als auf trocknem Wege vor sich gegangen ist. Ich begreife wenigstens nicht wie man sich sonst, abgesehen von den triftigen Gründen, die Hr. Reichenbach für diese Ansicht aufstellt [3]), die theilweise Verwandlung in Holz, Kohle oder Stein, die in einem

1) *The Fossil Flora of great Britain, III. p.* 17, *Juli* 1835.

2) Wie sich die Fucoideen in der Juraformation verhalten, habe ich zunächst durch Beobachtungen an Ort und Stelle noch nicht ausmitteln können.

3) Diese Annalen, Bd. XXXI S. 511.

und demselben Stücke oft lagenweise mit einander abwechseln, auf eine genügende Weise zu erklären vermöchte. Schon im 16. Jahrhundert beobachteten Balthasar Klein und Matthiolus [1]) diese merkwürdige Erscheinung an einem Stücke, welches theils in Kohle, theils in *lapis armeniacus*, wahrscheinlich Thoneisenstein, übergegangen war. In neuerer Zeit kam Hr. Link [2]) wieder hierauf zurück, und meinte, dafs die Steinkohlenbildung vielleicht auf ähnliche Weise, wie die Verwandlung thierischer Körper in Wallrath stattgefunden habe; Ansichten, zu denen auch Karsten auf dem Wege des Experimentes in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Steinkohlen (dessen Archiv, Bd. 12 S. 1 u. folg.) gelangte. Um hierüber entscheidende Aufschlüsse zu erhalten, habe ich eine Reihe von Versuchen eingeleitet, die freilich wohl erst in längerer Zeit ein Resultat liefern dürften, wie ich überhaupt auf diesen wichtigen Gegenstand, nach Beendigung einer die Steinkohlen Schlesiens betreffenden Untersuchung, wieder zurückzukommen gedenke.

Die in der Braunkohle vorhandene Vegetation verdient oft nichts weniger als verkohlt, sondern eigentlich nur getrocknet genannt zu werden; und in der That unterscheidet sich das fossile Holz im Aeufsern oft nur wenig von dem, welches eine Zeit lang im Wasser gelegen hat.

Der Begriff der Versteinerung bleibt also für die im Vergleich zu der grofsen Zahl der Abdrücke geringe Menge von Holz oder Stämmen übrig, die wir in allen Formationen, und noch häufiger entfernt von der ursprünglichen Lagerstätte, als Geschiebe finden, und sollte

1) A. Matthioli, *epistolae*, *edit.* Bauhin. 3. *p.* 142. *Lugduni Bat.* 1564.

2) Reisen durch Auvergne, von Legrand. Umgearbeitet mit Anm. und Zusätzen von H. F. Link. Götting. S. 85.

auch darauf allein nur beschränkt werden. Schon in den älteren Zeiten war man bemüht diese Erscheinung zu erklären. Agricola [1]) liefs diefs durch einen steinhaltenden Saft geschehen, der in die Zwischenräume der vegetabilischen und animalischen Körper eindringe, und ihnen nach und nach ein steinartiges Wesen verschaffe. Die späteren Mineralogen, wie Scheuchzer, Walch, Schulze, Schröter, Wallerius d. Aelt., kamen in der Annahme überein, dafs wenn ein Körper versteinern, oder in Metall verwandelt werden solle, erst eine Exhalation vor sich gehen müsse, durch welche er gewisse Theilchen verliere, an deren Stelle erdige oder metallische treten, wodurch der Körper sich endlich in Stein oder Metall verwandele. Das Mittel, welches bei den Thieren die Exhalation befördere, sey die Calcination, bei den Pflanzen die Vererdung. In der neueren Zeit hat, so viel mir bekannt ist, Niemand auf dem Wege des Experimentes diesen interessanten Proceſs nachzuspüren gesucht, weil man wahrscheinlich wohl meinte, eine zu lange Zeit zur Erlangung eines erwünschten Resultates zu bedürfen. So erwähnt Faraday in einem am Anfange dieses Jahres in London gehaltenen Vortrage [2]), »dafs es uns gänzlich an irgend einer Kenntnifs über die Natur dieses Processes mangele, denn die Beispiele von neueren Versteinerungen seyen blofse Ueberzüge (Inkrustationen) von kalkigen oder kieselerdigen Stoffen, wo nicht an eine Erhaltung der organischen Form zu denken sey, und wo man nichts von jenem schönen und unbegreiflichen Ersetzungsprocesse bemerke, welcher, indem derselbe unsere Bewunderung erregt, unserer Wifsbegierde spottet.« Schon längere Zeit war ich bemüht,

1) *Lib. III de ortu et causis subterran*, *p.* 507, in desselben *Lib. VII de natura fossilium*, *p.* 639.

2) *The Lancett*, 6. *Febr.* 1836. Froriep's Notiz. N. 1050, No. 16 Bd. 48, Mai 1836, S. 246 bis 247.

auch hier die Wege zu erforschen, deren sich die Natur bei diesem Processe etwa bedient haben könnte. Zunächst versuchte ich es mit dem Eisen. Ich brachte Pflanzen in eine mäfsig concentrirte Auflösung von schwefelsaurem Eisen, und liefs sie darin, bis die Ausscheidung desselben an den äufseren Theilen derselben die Sättigung mit diesem Stoffe hinreichend anzeigte, oder weichte auch geradezu kleinere Pflanzentheile, Durchschnitte von Holz, mehrere Tage lang in jener Auflösung ein. Sie wurden dann abgetrocknet und so lange geglüht, bis sie sich im Volumen nicht mehr veränderten, oder jede Spur von organischer Substanz verschwunden war. *Bei dem Erkalten fand ich das hierbei gebildete Oxyd in der Gestalt der Pflanze wieder.* Ich nahm nun feine Verticalschnitte von *Pinus sylvestris*, behandelte sie auf gleiche Weise, und fand sie nach dem Glühen so wohl erhalten, *dafs die dieser Familie eigenthümlich punktirten Gefäfse noch sichtbar erschienen. Eben so wohl conservirt zeigten sich die Sporangien der Farren, Blüthenstaub* (von *Arum Dracunculus, Ricinus communis* u. A.), *Moose* (*Hypnum splendens, intricatum, Fontinalis squamosa*) *selbst Pilze, wie Agaricus deliciosus, Clavaria flava* u. m. a. Nach diesen gelungenen Experimenten wünschte ich auch mit einem Auflösungsmittel der Kieselerde Versuche anzustellen. Vergebens wandte ich die Kieselflüssigkeit an. Wenn auch nach dem Glühen die Kieselerde in der Form der Pflanzen zurückblieb, so zerfloſs, wie begreiflich, schon die Masse beim Erkalten. Ein günstigeres Resultat erhielt ich, wenn ich die in Kiesellösung eingeweichten Stücke vor dem Glühen in eine flüchtige Säure (Essigsäure) tauchte, doch schied sich hierbei ein Theil der von den Pflanzen aufgenommenen Kieselerde, und zwar so unregelmäfsig aus, dafs hierdurch die Structur gänzlich unkenntlich ward. Besser entsprach meinen Wünschen die nach der Vorschrift von Berzelius bereitete *Kieselfluorwasserstoffsäure*, indem

sich die Fluorsäure verflüchtigte und die Kieselerde in der Form der Pflanze zurückliefs. Eben so verhalten sich auch die meisten übrigen Erden und Metalle, wozu ich immer Verbindungen wählte, deren Säure durch die Hitze leicht zersetzt ward, als essigsauren Kalk, essigsauren Baryt, essigsaure Thonerde, schwefelsaure Magnesia, die sämmtlich in kohlensaure Verbindungen, salpetersaures Silber, salzsaures Gold und Platina, die in regulinisches Metall, essigsaures Kupfer in braunes, essigsaurer Nickel und saures chromsaures Kali in olivengrünes, essigsaures Blei in gelbes Oxyd, Mangan in metallisch glänzendes, Kobalt, Wolfram und Molybdän ebenfalls in Oxyde, aber immer mehr oder minder deutlich mit Beibehaltung der pflänzlichen Structur verwandelt wurden. Je mehr Gefäfse und je weniger Zellgewebe, namentlich weiches und saftreiches, ein Pflanzentheil enthält, desto vollkommnere Resultate liefern diese Experimente. Bei sehr zarten Theilen ist ein Einweichen von einigen Tagen, bei umfangsreicheren eine längere Zeit erforderlich, worüber ich zunächst selbst noch nichts festsetzen kann, da ich erst vor einigen Wochen diese Thatsachen entdeckte [1]).

Um nun zu erfahren, welche Veränderung die Organe der Pflanze hierbei erleiden, brachte ich die genannten Producte in's Wasser. Das Kaliskelett, welches sich bei den meisten Pflanzen deutlich nachweisen läfst [2]), löst sich auf, und ich glaubte anfänglich zu bemerken, und beschrieb es auch so in der Vorrede zu meinem

1) Zuerst veröffentlichte ich diese Entdeckung am 6. Juli in der naturwissenschaftlichen Section der schlesischen Gesellschaft hierselbst.

2) Ueber das Kieselskelett der Pflanze handelt die interessante Schrift von Struve (*de Silicia in plantis nonnullis. Berol.* 1835), deren Resultate ich mehrfach zu bestätigen Gelegenheit hatte. Ein Kalkskelett liefern ebenfalls mehrere Pflanzen, wie z. B. *Chara*.

Werke über die fossilen Farrn (S. XIX), dafs von der metallischen oder erdigen Substanz nur die Gefäfse wie erfüllt oder ausgespritzt und ihre Wandungen durch die Einwirkung des Feuers vernichtet worden wären. Als ich jedoch mit mehreren und weniger an Alkali reichen Pflanzen auf die angegebene Weise experimentirte, sah ich und auch mein hochverehrter Freund Purkinje, z. B. bei den in Eisenlösung eingeweichten flügelähnlichen Fortsätzen der Saamen von *Pinus sylvestris die Wände der hier so eigenthümlichen faserähnlich gebildeten Zellen* [1]),

1) Ueber die eigenthümliche Structur der noch wenig gekannten Membranen der Saamenkapseln hat Hr. Prof. Purkinje schon im J. 1832 eine Reihe interessanter Untersuchungen angestellt, deren ich hier näher erwähne, da sie in einer nicht für den Buchhandel bestimmten, und daher nur wenig verbreiteten Schrift (Uebersicht der Arbeiten und Verhandl. der schlesischen Gesellschaft für vaterl. Kultur im J. 1832, S. 64 bis 65) zuerst und bisher auch nur allein publicirt worden ist:

Am 29. November 1832. Hr. Prof. Dr. Purkinje hat die im vorigen Jahre begonnenen mikroskopischen Untersuchungen über die eigenthümliche Structur der inneren Membran der Saamenkapseln weiter fortgesetzt, und zu diesem Zwecke eine mikroskopische Sammlung, vorläufig von 100 Nummern, angelegt, welche den zahlreich anwesenden Mitgliedern der Section, mit Hülfe des grofsen Plöfsl'schen Mikroskops, bei Lampenbeleuchtung demonstrirt wurde. — Die continuirliche Verbindung dieser Membran bei den meisten Gewächsen durch Vermittlung des Griffelkanals mit der Epidermis liefs schon, wenn auch nicht eine Identität, doch Analogie beider Membrane erwarten (so wie im Körper höherer Thiere die Epidermis, in's Innere eintretend, mit mucösen und serösen Membranen in Verbindung steht). Noch mehr bestätigte sich diese Analogie durch zahlreiche Beispiele, die bei verschiedenen Gattungen vorkommen, namentlich den Liliaceen, Ranunculaceen und Solaneen, wo die Membran häufig der Epidermis vollkommen gleich gebildet ist, und wo sogar, namentlich bei den ersteren beiden, deutliche Stomatien angetroffen werden. Dennoch wird diese Analogie sehr schwankend, wenn man sprungweise beobachtet, indem bei den meisten Gattungen, z. B. der Leguminosen, Siliquosen, Rosaceen u. a., die faserige Structur dieser Membran so vorherrschend ist, dafs es kühn erscheinen würde in ihr Analogie oder

*wirklich in Eisen*, und bei einem in Kieselfluorwasserstoffsäure eingeweichten Verticalschnitt von *Pinus sylvestris* die *punktirten Gefäfse in Kiesel verwandelt*. Bei den in regulinisches Metall verwandelten sieht man diefs Phänomen, wenn man das Glühen nur eine halbe Stunde fortsetzt, sehr deutlich. Bei länger dauernder Einwirkung jenes Wärmegrades sintert das Metall zusammen, wodurch der Zusammenhang der Gefäfse und des Zellgewebes etwas unterbrochen, und nun, — ich kann diese Bemerkung nicht unterdrücken, ohne eben etwas anderes daraus ableiten zu wollen, — den haarförmigen Bildungen recht ähnlich wird, in welchen die oben genannten Metalle im gediegenen Zustande zuwei-

gar Identität mit der Epidermis finden zu wollen, indem ihr Fasergewebe eher auf eine Aehnlichkeit mit dem Baste hinweisen würde. Dieser Widerspruch fällt jedoch weg, wenn man ganze Bildungsreihen verfolgt und die einzelnen Glieder in ihren Uebergängen auffafst, wo sodann die unähnlichsten Extreme ihre Vermittlung finden werden. Am geeignetsten zu dieser Betrachtung sind die Liliaceen, theils weil in ihnen die innere Kapselmembran ausgezeichnet gebildet ist, theils weil sie die vollständige Reihe von zellartiger Structur bis zur deutlichsten Faserung darbieten. Die Metamorphosenreihe dieser Gebilde läfst sich auf folgende Weise vorstellen. Die Scheidewände der Epidermidalzellen bilden sich allmälig selbstständiger aus, indem sie mehr Substanz aufnehmen und als Netzwerk die zelligen Intervalle beherrschen. Diese Intervalle werden durch Zuwachs der Parietalsubstanz immer mehr verdrängt, das Fasernetz streckt sich; endlich zeigen nur noch Anastomosen zwischen dichten parallelen Fasern, die nur entfernt noch auf ein Netz und weiter auf ihre Bedeutung als Scheidewände hindeuten. Die nähere Beschreibung und Klassificirung dieser Gebilde soll der Gegenstand fernerer Untersuchungen werden. Vorläufig können folgende Hauptformen aufgestellt werden: 1) zellige Membran; 2) schlichtes Fasernetz mit und ohne Stomation; 3) geschlängeltes Fasernetz mit und ohne Stomation; 4) Mäfsig gestrecktes Fasernetz, locker, dicht; 5) langgestrecktes Fasernetz mit Quer-Anastomosen; 6) selbstständige Längenfasern, ohne Concrescenz, theils gerade, theils geschlängelt; 7) Längenfasern mit partieller Concrescenz, bis zum Uebergang in die Steinschalen oder Steinfrüchte.

len vorkommen. Je reicher aber an Kali und Zellgewebe eine Pflanze ist, ein Fall, der bei krautartigen Gewächsen eintrifft, desto weniger gelingen jene Experimente. Zwar erscheint nach dem Glühen die angewandte Erde oder das Metall, wenn auch im Volumen etwas verändert, in der Form der Pflanze, aber bei dem Uebergiefsen mit Wasser löst sich fast alles auf und nur einzelne Gefäfse oder Zellen bleiben zurück, was wir unter andern z. B. immer bei den Blättern der Farrenkräuter beobachteten. Wiewohl diese auch für die Pflanzenphysiologie manche Ausbeute versprechende Versuche noch grofser Ausdehnung fähig sind, so kann, wenn man die Resultate derselben zunächst auf den Versteinerungsprocefs anwendet, schon jetzt wohl hieraus entnommen werden, warum man *noch niemals krautartige, sondern immer nur baum- oder strauchartige Pflanzen im wahrhaft versteinerten Zustande antraf.* Auch die letzteren kommen gewifs seltner vor, weil sie zwar weniger Kali als die krautartigen, aber doch mehr als die baumartigen nach dem Einäschern liefern. Wir werden also künftig, wenn wir auf diesem Wege fortfahren, in der Chemie ein wichtiges, zur Bestimmung fossiler Pflanzen dienliches Hülfsmittel besitzen, indem wir schon nach obigen Versuchen mit Gewifsheit zu behaupten berechtigt sind, dafs kalireiche Pflanzen niemals versteinern können, was um so mehr anzunehmen erlaubt scheint, als das oben mit dem fossilen Farrenkraut (S. 562) angestellte Experiment zeigte, wie auch in dieser Beziehung die Vegetation der Vorwelt mit der Gegenwart übereinstimmt. Ich bin im Begriff die wichtigsten Familien der Gewächse auf diese Weise zu untersuchen, und hoffe durch diese synthetische Methode über die Analogie manches noch zweifelhaften Bürgers der Vorwelt erwünschte Aufschlüsse zu erhalten.

Auch thierische Theile, wie trockne fasrige oder rein fettlose Muskeln, werden auf die angegebene Weise ver-

ändert, ob auch verwandelt, wage ich nicht zu behaupten, namentlich gelingt der Versuch mit Insecten, wie mit Fliegen, Mücken (deren zartere Theile, wie Flügel, Fühlfäden, wohl erhalten wurden) den Muskeln des Krebses und auch mit sogenannten Infusionsthierchen. So sah ich ganz deutlich bei einer in Eisenlösung befindlich gewesenen Daphnia-Art (aus den halbfaulen Wasser einer Wassertonne) sogar die Füfse nach halbstündigem Glühen in Eisen verwandelt. Wenn man also Infusionsthierchen, deren Skelett nicht aus Kieselerde besteht, in Kiesellösung brächte und sie dann glühte, würde man *Bergmehl, Tripel* und *Polirschiefer*, deren Bestandtheile uns Hrn. Ehrenberg's überaus wichtige Entdeckung neuerlichst nachwies, *auf künstlichem Wege* zu bereiten vermögen. Offenbar wird auch hier der gröfsere oder geringere Gehalt der thierischen Organe an festen, im Wasser nicht auflöslichen Bestandtheilen (namentlich phosphorsaurer Kalkerde) zum besseren Gelingen des Experiments von grofsem Einflufs seyn. Jedoch bei reichlich mit Fett versehenen Theilen setzt eben das Fett der Erhaltung der Form unübersteigliche Hindernisse entgegen; beim Glühen bläht es sich auf und verwandelt das Ganze in eine formlose Masse. Noch wird aber auch diese Reihe von Versuchen von mir fortgesetzt; dessen ungeachtet dürfte man in dem zuletzt angegebenen Verhalten vielleicht den Grund finden, warum Thiere höherer Ordnung niemals versteinern können.

Die vorstehenden Versuche scheinen mir auf den Versteinerungsproceſs das wünschenswertheste Licht zu verbreiten. Mit Sicherheit geht hieraus hervor, dafs der erste Act derselben mit der *Imprägnation* begann und dann das Organische entweder durch hohe Temperatur, oder auf nassem Wege (S. 565), oder durch eine stille Verwesung entfernt ward. Das letztere scheint mir viel wahrscheinlicher, und eben deswegen auch die gröfsere Festigkeit der versteinerten Hölzer erklärbar, welche ich

bei dem von mir eingeschlagenen, etwas gewaltsamen Verfahren und der kurzen dazu verwandten Zeit niemals erreichte. Hat sich auch die Natur zur Bildung der in Kiesel oder Chalcedon verwandelten Hölzer gewifs nicht der von mir angewandten Säure bedient, so ist doch die Möglichkeit der Nachahmung auch hier bewiesen, und es läfst sich hoffen, dafs wir bald noch mehr Aufschlufs auch auf anderem Wege darüber erhalten werden. Doch will ich nicht vor dem Gelingen über die Versuche sprechen, die ich zur Erreichung dieses Zieles bereits einleitete. Schliefslich bemerke ich noch, dafs ich sowohl dem Mineralienkabinet zu Berlin, wie dem zu Breslau Proben der hier so eben erwähnten Nachbildungen organischer Körper übergeben habe.

## II. *Ueber die Hypothese des widerstehenden Mittels im Weltraum; von J. F. Encke.*

(Aus No. 305 der Astronomischen Nachrichten.)

In No. 289 der Astron. Nachr. hat Bessel sich über die Hypothese des widerstehenden Mittels so geäufsert, dafs er sie nicht für hinreichend begründet hält. Die beschleunigten Umläufe erscheinen ihm erwiesen. Es sind aber, wie er sich ausdrückt, hundert Ursachen möglich, welche einen solchen Erfolg hervorbringen, von denen man nur eine *bestimmte* anzunehmen sich berechtigt fühlen kann, wenn ihr Daseyn anderweitig nachgewiesen ist, oder ihre Annahme noch andere Erscheinungen erklärt. Bei der Wichtigkeit, die jede auch nur gelegentliche Aeufserung unseres grofsen deutschen Astronomen für Jeden haben mufs, wird es mir gewissermafsen zur Pflicht, die Gründe, weshalb ich seiner Ansicht nicht beitreten kann, näher anzugeben.

Der Pons'sche (Encke'sche) Komet hat die auffallende Erscheinung einer beschleunigten Umlaufszeit, oder vergröfserten mittleren Bewegung gezeigt, dabei aber auch, was für die Erklärung dieser Abweichung wichtig ist, in den übrigen Elementen keine so ungewöhnlichen Unterschiede, dafs dieselbe Ursache, welche die mittlere Bewegung gestört hat, auch bei den andern Elementen sichtbar gewirkt haben könnte. Dafs die uns noch so wenig bekannte Natur der Kometen verschiedene Erklärungen zulassen mag, ist nicht zu bezweifeln, doch wird die Zahl derselben nicht übergrofs seyn, besonders wenn sie unter einige allgemeine Gesichtspunkte gebracht werden.

Betrachtet man den analytischen Ausdruck der Störung der mittleren Bewegung durch irgend welche beliebige Kraft deren absolute Gröfse $..P..$ die Richtung $..Q..$ seyn möge (nach den Zeichen der Abhandlung im Jahrbuche für 1837), so findet sich, wenn die Richtung der Tangente mit $..T..$ bezeichnet wird:

$$\frac{d\mu}{dt} = -3\cos\varphi \frac{cP\cos QT}{k\sqrt{p}},$$

wo $t$ die Zeit, $\mu$ die mittlere Bewegung, $\varphi$ der Excentricitätswinkel, $c$ die Lineargeschwindigkeit, $p$ der halbe Parameter, $k$ die Constante von der Sonnenmasse abhängig, $QT$ der Winkel zwischen der Richtung $Q$ und $T$ ist. Das erste Integral dieses Differentials kann immer noch ein Kleines der ersten Ordnung seyn, weil der Haupteinfluſs sich in der mittleren Anomalie $..M..$ zeigen wird, in welcher das doppelte Integral:

$$\int dt \int \frac{d\mu}{dt} dt$$

vorkommt, so dafs bei hinlänglich grofsen Zwischenzeiten die Summe der Störungen von der ersten Ordnung, endliche Gröfsen von der 0ten Ordnung hervorbringen wird. Diesem analytischen Ausdruck zufolge bedingt die beobachtete Erscheinung nothwendig eine Tangentialkraft. Läfst sich eine solche annehmen, so ist die Erklärung

am einfachsten und directesten. Sollen Kräfte, die nach anderen Richtungen wirken, sie hervorbringen, so wird niemals die ganze absolute Kraft dazu verwandt werden können, immer nur die Projection jeder einzelnen auf die Tangente. Wenn also etwa Kräfte in der Richtung des Radiusvectors angenommen werden, so wird man $Q$ mit $R$ — Richtung des Radiusvectors — vertauschen müssen, oder da:

$$c \cos RT = \frac{k}{\sqrt{p}} e \sin v,$$

wenn $e$ die Excentricität und $v$ die wahre Anomalie, so wird für eine Kraft, die in der Richtung des Radiusvectors wirkt . . $P'$ . .

$$\frac{d\mu}{dt} = -\frac{3 tg \varphi}{a} \sin v P'.$$

Der hier mit $P'$ multiplicirte Coëfficient enthält aber aufser Gröfsen, welche als Elemente stets positiv constant oder doch wenig veränderlich sind, auch den Factor $\sin v$, der sein Zeichen während eines vollen Umlaufes so ändert, dafs die ganze Summe sich vernichtet. Wenn folglich die Elemente und die Bahn völlig constant wären, so würde keine Kraft $P'$ die Erscheinung hervorbringen können, und wenn die kleinen Aenderungen der Bahn durch die Störungen berücksichtigt werden sollen, so wird wenigstens das erste Integral $\int \frac{d\mu}{dt}$ um eine Ordnung kleiner als bei einer reinen Tangentialkraft, das zweite Integral folglich ein Kleines der ersten Ordnung, wenn es bei der andern Annahme eine Gröfse der 0ten Ordnung war. Oder umgekehrt, wenn die Kraft $P'$ in dem zweiten Integral eine Gröfse der 0ten Ordnung hervorbringen soll, so mufs die Gröfse dieser Kraft eine so ungewöhnliche seyn, dafs sie die Kleinheit des Coëfficienten, mit dem sie im ersten Integral verbunden ist, völlig überwiegt. Dann aber wird ihr Werth um so mehr in den andern Elementen sich merklich machen,

und der Lauf des Kometen so sehr von den Kepler'schen Gesetzen abweichen, dafs man viel früher den Unterschied hätte wahrnehmen müssen.

Man kann nun die Erklärung der Erscheinung entweder in einer Modification des Newton'schen Gesetzes der Anziehung suchen, so also, dafs die Sonne den Kometen nicht nach dem umgekehrten Verhältnifs des Quadrats der Entfernung anzieht. Dann wird man auf eine störende Kraft in der Richtung des Radiusvectors $..P..$ geführt, die irgend welche Function des Radiusvectors $..f(r)$ seyn mag. Bei ihr gilt das, was eben von $P'$ gesagt worden ist, in der vollsten Ausdehnung; und diese Erklärung wird deshalb zu verwerfen seyn.

Man kann zweitens eine Modification in dem Gesetze der Proportionalität der Anziehung zur Masse in Bezug auf die störenden Planetenkräfte versuchen, so dafs die Berechnung der Planetenstörungen bei dem Kometen irrig wäre, in sofern die angewandten Planetenmassen für ihn andere Werthe erhalten müfsten. Meine Untersuchung über die Bahn der Vesta hat gezeigt, dafs Jupiter wenigstens die Sonne und Vesta auf gleiche Weise anzieht. Die ungesuchte Art, durch welche aus dem Laufe des Kometen selbst auf eine Verbesserung der Jupitermasse hat geschlossen werden können, eine Verbesserung, die durch Airy's vortreffliche Beobachtungen vollkommen bestätigt ist, läfst bei dem Kometen ebenfalls eine solche Modification nicht erwarten. In jedem Falle müfste es ein ganz ungewöhnliches Zusammentreffen seyn, wenn eine solche Modification während einer Periode von 49 Jahren oder 15 Kometen-Umläufen sich als reine Tangentialkraft gezeigt hätte. Ich glaube nicht, dafs Jemand hierin die Erklärung suchen wird.

Eine dritte Quelle der Erklärung kann in der Gestalt des Kometen, die letztere als unveränderlich oder ohne Schweifentwicklung betrachtet, liegen. Die Voraussetzung, welche die Gestalt der Planeten zu machen erlaubt,

laubt, dafs sie als schwere materielle Punkte in Bezug auf die Wirkung, die sie äufsern und erleiden, zu betrachten sind, wird bei der unregelmäfsigen Gestalt der Kometen nicht in aller Strenge stattfinden. Bei der gänzlichen Unbekanntschaft aber, in welcher wir uns über die eigentliche Gestalt der Kometen befinden, so wie über die Vertheilung der Dichtigkeit in ihrem Innern, wird selbst, wenn die Kräfte der Analyse die Entwicklung gestatten sollten, sich keine Hypothese mit einiger Wahrscheinlichkeit durchführen lassen. Auch möchte das Resultat auf eine Schwankung von längerer Periode weit eher hinauskommen, als auf eine der Zeit so nahe proportionale Vermehrung der täglichen Bewegung während einer Periode von 15 Umläufen. Die kleineren Abweichungen von dem rein elliptischen Laufe mit Berücksichtigung der übrigen Störungen, welche Beobachtungen von Kometen, die genau genug und anhaltend gemacht sind, vermuthen lassen, mögen darin ihren Grund haben. Bewirkte dieser Umstand eine constante Aenderung der Bahn, so müfsten die beobachteten Unterschiede weit überwiegender seyn.

Der vierte und vielleicht der ansprechendste Grund für die Entstehung der Erscheinung kann in der Veränderlichkeit der Gestalt, der Schweifentwicklung der Kometen, gesucht werden, ein Phänomen was den Kometen ganz eigenthümlich ist, und eben deshalb mit jeder Erscheinung, die nur an Kometen wahrgenommen worden, unwillkührlich in Verbindung gesetzt wird. Zu einer schärferen Prüfung fehlen uns wieder die Data. Indessen kann man doch vielleicht im Ganzen den Einfluss, den diese Aenderung der Gestalt haben kann, übersehen, wenn man davon ausgeht, was auch der Halley'sche Komet bestätigt, dafs Theile in der Richtung des Radius-vectors getrennt und abgestofsen werden. Der Schwerpunkt selbst wird dadurch eine mehr oder minder merkliche Abstofsung erfahren. Betrachtet man also seine Be-

wegung allein, und setzt die abstofsende Kraft in irgend welche Verbindung mit der Sonne, so dafs sie ihrer Gröfse nach wiederum eine Function von $r$, ihrer Richtung nach mit $r$ zusammenfällt, so kommt die Hauptwirkung auf die oben bezeichnete Kraft $P'$ hinaus. Sie wird nur merklich werden können, wenn die Gröfse der Kraft keine reine Function von $r$ ist, sondern eine solche, die das entgegengesetzte Zeichen von $\sin v$ vor dem Durchgange und nach demselben ganz oder zum Theil aufhebt. Ob aber selbst in diesem Falle nicht die Gröfse der Kraft so überwiegend angenommen werden müfste, um eine constante Vergröfserung der mittleren Bewegung zu erklären, dafs der sichtbare Theil der Kometenbahnen die deutlichsten Beweise des Vorhandenseyns einer solchen Kraft enthielte, weit deutlicher, als es bisher der Fall war, kann kaum bezweifelt werden. Beobachtungen vor und nach dem Perihel würden sich nicht in eine Bahn vereinigen lassen, bei welcher man auf diese Störung keine Rücksicht genommen, selbst bei Kometen, welche man nur auf einer Seite der grofsen Axe, aber dann sehr lange Zeit gesehen hätte, würde ein merklicher Unterschied hervortreten müssen. Ohne wirkliche Durchführung irgend welcher theoretischen Hypothese wenigstens, scheint die bloſse Vermuthung einer möglichen Erklärung aus diesem Grunde sehr geringe Wahrscheinlichkeit zu haben.

Der Fall würde anders seyn, wenn man aus der Einwirkung der Sonne eine Kraft senkrecht auf den Radiusvector, und zwar, was hier die Hauptsache ist, allein eine solche herleiten könnte, die immer nur der Bewegung entgegenwirkte. Diese würde mit einer reinen Tangentialkraft so nahe übereinkommen, dafs kein wesentlicher Unterschied übrig bliebe. Ich mufs aber gestehen, dafs ich die Möglichkeit einer solchen einseitigen Wirkung nicht einzusehen vermag.

Wenn so, weder in einer Aenderung der von au-

sen her auf den Kometen wirkenden Kräfte, noch in dem Kometen selbst, die vorläufige Betrachtung eine wahrscheinliche Ursache der bemerkten Erscheinung erkennen läfst, so bleibt zuletzt noch die Annahme einer neuen bisher nicht eingeführten Störung übrig, welche die gewünschte Tangentialkraft unmittelbar hervorbrächte. Man findet gewöhnlich, dafs das widerstehende Mittel die Erscheinung der vergröfserten mittleren Bewegung bewirke. Schärfer mufs man aber vielmehr sagen, die beobachtete Erscheinung verlangt unumgänglich eine Tangentialkraft, und das widerstehende Mittel gewährt diese letztere am directesten. In der Verbindung dieser beiden Sätze liegt die Hauptstütze der Hypothese. Wenn Bessel das Daseyn des widerstehenden Mittels anderweitig nachgewiesen verlangt, so scheint dieses im gegenwärtigen Falle unnöthig, weil das Vorhandenseyn einer solchen Materie eigentlich nie geläugnet ist. Die Annahme eines absolut leeren Raumes, in welchem sich so unzählige materielle Körper, mit unbestimmt weit sich erstreckenden Gränzen, bewegen, hat etwas widerstehendes, und ich erinnere mich keiner Stelle, wo der absolut leere Raum behauptet worden wäre, immer nur als noch nicht durch Beobachtung widerlegt, einstweilen in den Rechnungen beibehalten. Wenn nun eine der Wirkungen, die fast allein von der Unrichtigkeit der Annahme eines völlig leeren Raumes zeugen kann, bemerkt wird, scheint kein Grund vorhanden, nicht von der beobachteten Wirkung auf die Ursache eben so bei einem Himmelskörper zurückschliefsen zu können, wie wir es bei irdischen Bewegungen immer thun. Die Hypothese verlangt keinen neuen Begriff, der erst definirt werden müfste, sie tritt nur einer immer gehegten Vermuthung bei, weil sie auf das Einfachste etwas erklärt, was sonst entweder gar nicht oder mit beträchtlichem Umwege und künstlichen Annahmen erklärt werden könnte. Der Lichtäther allein braucht gar nicht angeführt zu werden, da er selbst, als isolirt existirend

(abgesehen von der so wohl begründeten Wellentheorie des Lichtes), eine weit willkührlichere Annahme ist, als der Begriff irgend welcher den Raum erfüllenden Materie. Und wenn bei den Planeten nichts Analoges bis jetzt bemerkt worden ist, so hat theils Mossotti in seiner Abhandlung gezeigt, dafs unter sehr wahrscheinlichen Annahmen über das Verhältnifs der Dichtigkeit des Kometen zu der der Planeten, selbst bei dem Merkur, dem nächsten Planeten an der Sonne, die Wirkung so gering ist, dafs unsere bisherigen Beobachtungen sie noch nicht erkennen lassen; theils wird es nicht unerlaubt seyn anzudeuten, dafs für so sehr feine Einwirkungen unsere Planetentheorie noch bei weitem nicht ausgebildet genug ist, und nur die mühsame Nachhülfe einer neuen Bearbeitung alle 20 oder 30 Jahre diesen Mangel jedesmal eine kurze Zeit lang verdeckt. Wenn bei einer so stark fehlerhaften Jupitermasse, wie es doch jetzt ziemlich erwiesen scheint, dafs die Laplace'sche Annahme war, unsere Planetentafeln doch als vollkommen die Harmonie zwischen Theorie und Praxis beweisend vorgestellt wurden, und bei den neusten Mondstafeln so starke Differenzen sich vorfinden, wie die bekannt gemachten Vergleichungen der Burkhardt'schen und Damoiseau'schen Oerter anzeigen, so kann der Zweifel, ob die nicht wahrgenommene Wirkung einer unstreitig weit feiner sich äufsernden Ursache irgend etwas für oder gegen die Hypothese des widerstehenden Mittels entscheiden kann, wohl nicht unbegründet genannt werden.

Der Halley'sche Komet ist nahe zu der Zeit, wo er ohne die Annahme einer ungewöhnlichen Störung erwartet ward, eingetroffen, und hat eben dadurch die Veranlassung zu Bessel's Bemerkung gegeben. Angenommen zuerst; es sey die Vorausberechnung vollkommen genügend in jeder Hinsicht gewesen, und folglich bei dem Halley'schen Kometen etwas nicht vorgekommen, was der Pons'sche Komet zeigte, so folgt daraus doch in der

That nicht das Mindeste für oder gegen die Richtigkeit der Erklärung. Bei jeder Erklärung würde die Verschiedenheit der Thatsache immer dieselbe geblieben seyn, so dafs der Halley'sche Komet vielleicht gegen die Richtigkeit der Berechnung des Pons'schen Zweifel erregen kann; wenn aber Bessel diese als ausgemacht annimmt, so wird die etwanige Erklärung dadurch weder bestätigt noch widerlegt. Sie würde nur widerlegt werden, wenn sie etwas voraussetzte, was bei allen Kometen auf ganz gleiche Weise stattfinden sollte, und folglich das Nicht-Vorhandenseyn bei dem einen die Unmöglichkeit der Erklärung, bei dem andern nothwendig forderte. Aber da gerade bei dem widerstehenden Mittel schon das gilt, dafs es für Planeten bis jetzt noch nicht merklich gewesen, so folgt von selbst, dafs auf verschiedene Kometen es verschieden, mehr und weniger merklich, wirken mufs; die äufsere Form, die Dichtigkeit und der Ort im Raume, durch den der Komet hindurchgeht, die gröfsere oder geringere Annäherung zur Sonne sind ganz verschiedene Elemente. Die ganze Störung erleidet der Pons'sche Komet in der sehr willkührlichen Hypothese über die Abnahme der Dichtigkeit des Mittels in dem Verhältnifs zu dem Abstande von der Sonne, welche ich angenommen, in den nächsten 25 Tagen vor seinem Durchgange, und in den 25 auf den Durchgang folgenden. Sein ganzer übriger Lauf vergröfsert den Betrag nur unmerklich. Er bewegt sich dann in einem Raume, dessen äufserste Gränzen 0,7 sind. Der kleinste Abstand des Halley'schen Kometen beträgt etwa 0,6, so dafs der letztere kaum in dem Raume verweilt, für welchen allenfalls angenommen werden könnte, dafs eine Bestimmung der Dichtigkeit des Mittels durch den ersteren erhalten wäre. Bei dieser gänzlichen Verschiedenheit ist die Uebertragung der Bestimmung von $U$ von dem einen Kometen auf den andern etwa damit zu vergleichen, dafs, wenn frühere Beobachtungen vielleicht ein Element der Bahn

nicht hätten erkennen lassen, man berechtigt wäre die Neigung oder den Knoten von einem andern Kometen anzunehmen, um doch ein Datum zu haben, was schon einmal bei einem Kometen vorgekommen wäre. Wenn elektrische und magnetische, durch die Sonne im Kometen angeregte Kräfte etwa die Erscheinung bei dem Kometen von Pons erklären sollten, würde nicht eben so sehr, vielleicht noch mehr, das Ausbleiben der Erscheinung bei dem Halley'schen diese Erklärung entkräftet haben?

Der Halley'sche Komet kann deswegen für oder gegen die Erklärung nichts entscheiden. Es fragt sich nur, ob er die Thatsache unsicher macht. Ohne hier an das fortwährende, und auch 1835 wieder bestätigte Zutreffen einer genauen Vorausberechnung bei dem Kometen von Pons zu erinnern, eine Genauigkeit, die selbst eine Verbesserung der Jupitermasse wenigstens angeregt hat, sollte nicht in den unvermeidlichen Hindernissen, welche einer gleich strengen Berechnung der Bahn des Halley'schen Kometen entgegenstehen, mehr als zu viel Grund vorhanden seyn, um dem ungefähren Eintreffen oder Nichteintreffen kein oder nur ein sehr geringes Gewicht einzuräumen? In der That bin ich sehr weit entfernt, im geringsten die theoretische Einsicht oder die Genauigkeit der Ausführung bei jedem der geehrten Herren, die das so äufserst mühsame, aber um so verdienstlichere Geschäft übernommen haben, auch nur den leisesten Zweifel zu hegen. Ihr gemeinschaftliches nahes Zusammenstimmen würde sowohl bei allen zusammen, als auch besonders bei dem Hrn. Prof. Rosenberger, der durch die gewissenhafte Darlegung seines Ganges, und selbst durch die Verbesserung eines theoretischen Mangels, vollkommen sich bewährt hat, als mit allen Erfordernissen für diese umfassende Arbeit ausgerüstet, von selbst eine solche Andeutung als nichtig erscheinen lassen. Wenn aber bei einer Umlaufszeit von 75 Jahren

es sich um die Festsetzung einer Epoche innerhalb acht Tagen handelt, etwas was bei dem Kometen von Pons etwa 0,3 oder 0,4 Tage betragen würde, wenn diese Festsetzung nur durch die Verfolgung des Kometenlaufes während 150 Jahren sich erreichen läfst, während welcher Zeit der Komet mehre Male in so grofser Nähe bei dem Jupiter sich befand, dafs ein nicht häufig genug geändertes Elementensystem bei einem solchen Vorübergang allein die ganze Differenz von acht Tagen bewirken kann, wenn alle Planeten, die der Sonne nahen sowohl, als die entferntesten, deren Bewegungen selbst noch räthselhaft sind, darauf einwirken, und also auch die gewifs nicht unbeträchtlichen Unsicherheiten ihrer Massen alle nachtheilig werden können, sollte es in dem jetzigen Zustande der Astronomie gestattet seyn, diese acht Tage verbürgen zu können? Genau derselbe Fall fand bei dem Kometen von Pons bei den Perioden von 1805 bis 1819 und 1819 bis 1822 statt, die bei einer irrigen Jupitermasse keine Verschiedenheit wahrnehmen liefsen, und der Vermuthung einer ungewöhnlichen Störung keinen Raum gegeben haben würden, wenn nicht die früheren Erscheinungen bekannt und benutzt gewesen wären. Diese Ueberzeugung wird noch verstärkt, wenn ein so umsichtiger und ganz in den Gegenstand eingeweihter Berechner, wie Hr. Prediger Lehmann sich gezeigt hat, mit Berücksichtigung des Widerstandes aus einer früheren Erscheinung hergeleitet, die Wiederkehr 10 Tage später ansetzt, wie sie wirklich stattgefunden, und der höchsten Wahrscheinlichkeit nach kein Fehler diese Abweichung veranlafst, sondern vielleicht eine zu selten vorgenommene Aenderung der Elemente. Wo practische Vorschriften, für welche sich keine strenge Regel angeben läfst, und die nur nach dem Gefühl des Berechners angewandt werden dürfen, einen solchen Einfluſs äufsern, da ist das Resultat gewifs zu vergleichen mit den Bestimmungen, welche man zu Zeiten aus Beobachtungen

bei ungünstigen Umständen zu ziehen gezwungen ist. Die neueren Beobachter verbinden diese nicht mehr mit solchen, die ganz frei von diesem Mangel sind.

Es ist dieses keinesweges eine Ansicht, die sich erst nach dem Erfolge bei mir festgestellt hat. Als um Weihnachten 1834 ich zuerst, zu meiner eben so grofsen Ueberraschung als Bewunderung, Kenntnifs bekam von dem was Hr. Prediger Lehmann schon ausgeführt, ohne zu wissen wie weit Hr. Professor Rosenberger vorgegangen, und zu jener Zeit keine Hoffnung zu einer festen Ephemeride von Rosenberger's Seite vorhanden war (Astr. Nachr., No. 268), so rieth ich Hrn. Lehmann dringend seine angefangenen Störungsrechnungen bis 1835 fortzusetzen, aber eben so auch den etwanigen Widerstand ganz bei Seite zu lassen, dessen Ermittlung unter diesen Umständen nicht zu hoffen sey. Längere Zeit, während welcher ich die Nachrichten über den Halley'schen Kometen ihm zusandte, hörte ich nichts von ihm, bis er am 3. Mai 1835 mir schrieb: »Ich hatte anfangs die Absicht die Störungen von 1759 bis 1835, Ihrem Rathe gemäfs, ganz nach der Hypothese der Nichtexistenz eines merklichen Widerstandes zu berechnen. Je weiter ich indessen fortrechnete, desto drückender wurde mir das Bewufstseyn, eine, dieser Ausschliefsung wegen, etwas unrichtige grofse Axe zum Grunde legen zu müssen, und ich brach daher die Störungen im Jahre 1765 ab, um durch Berechnung der Störungen von 1607 bis 1682 den Widerstand erfahrungsmäfsig zu bestimmen.« Möge dieses Citat mit meinem Wunsche entschuldigt werden, nicht als inconsequent in meinen Ansichten, je nach dem Erfolge, zu erscheinen.

So wenig ich deshalb an der Hypothese des widerstehenden Mittels festhalten werde, sobald eine andere sich darbietet von gleichem Gewicht, besonders da die Berechnung des Einflusses so gut wie gar nicht von der Erklärung abhängt, in sofern eigentlich nur die ganze

Summe während eines vollen Umlaufs in Betracht kommt, so kann doch die bloſse Erwähnung der Möglichkeit von hundert andern Ursachen, auch aus Bessel's Munde, mich nicht bewegen sie zu verlassen.

## III. *Bemerkungen über mögliche Unzulänglichkeit der die Anziehungen allein berücksichtigenden Theorie der Kometen; von F. W. Bessel.*

(Aus No. 310 der Astronomischen Nachrichten.)

Ein Komet kann keinen Theil seiner Masse von sich entfernen, ohne selbst die Rückwirkung der dazu erforderlichen Kraft zu erfahren. Diese Rückwirkung giebt den übrigen Theilen des Kometen eine Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung, deren Quantität so groſs ist, wie die Quantität der Bewegung des sich entfernenden Theils. So lange dieser zu der Masse des Kometen gehört, wird der Schwerpunkt dieser Masse hierdurch nicht aus *der* Bewegung gebracht, welche der ursprüngliche Zustand und die auf den Kometen wirkenden äuſseren Kräfte ihm vorschreiben. Wenn aber ein Theil der Masse sich von dem Kometen trennt und in den Weltraum verliert, so behält der übrige Theil der Masse die Bewegung bei, welche er durch die Ausstoſsung jenes Theils erhalten hat. Sein Schwerpunkt kann also nach dieser Ausstoſsung nicht die Bewegung haben, welche er haben würde, wenn die Ausstoſsung nicht erfolgt wäre. Trennen sich mehrere Theile von dem Kometen, so sind sie von Einfluſs oder nicht von Einfluſs auf die Bewegung des Schwerpunkts der übrigbleibenden Masse, je nachdem die Zusammengesetze aller die Trennung bewirkenden Kräfte nicht verschwindet, oder verschwindet.

In dem ersten Falle ist die Bewegung des Kometen von *der* Bewegung verschieden, welche die Anziehungen allein, die er erfährt, zur Folge haben würden.

Diese sich sogleich aufdringenden Bemerkungen sind nicht geeignet uns zu überzeugen, dafs die Kometen, oder wenigstens diejenigen, welche Schweife haben, und dadurch eine dauernde Ausstofsung von Theilen offenbaren, den Anziehungen der übrigen Weltkörper *allein* folgen. Wenn die Ausstofsung der sich in den Schweifen verlierenden Theile vorzugsweise in einer Richtung vor sich geht, und also die Zusammengesetzte aller dazu verwandten Kräfte nicht verschwindet, so ist im Gegentheile ein Einflufs derselben auf die Bewegung des Kometen *nothwendig*, und nicht sein Vorhandenseyn, sondern nur seine Gröfse bleibt unbekannt.

Der Komet von 1744 hat, bei seiner Annäherung an die Sonne, sichtbare Materie der Sonne zu ausgeströmt; der Halley'sche Komet hat im vorigen Jahre eine ähnliche Erscheinung gezeigt. Die Abbildungen des ersteren von Heinsius zeigen, dafs nicht etwa eine kaum sichtbare Ausströmung von ihm ausging, sondern eine lebhaft, fast wie der Kern selbst leuchtende.. Die Beobachtungen des anderen zeigten grofse Veränderungen in der Lebhaftigkeit der Ausströmung; zur Zeit der letzten meiner Beobachtungen, am 12. October, war der dem Kerne nächste Theil der Ausströmung so hell, dafs ich Mühe hatte beide von einander zu unterscheiden. Will man von dem lebhaften Lichte der beiden beobachteten Ausströmungen auf ein nicht unbeträchtliches Verhältnifs der ausströmenden Masse zu der übrigbleibenden schliefsen, so mufs man veranlafst werden zu glauben, dafs ihr Einflufs auf die Bewegung beider Kometen gleichfalls nicht unbeträchtlich war.

Die von Argelander untersuchte Bewegung des Kometen von 1811 deutet eine Abweichung derselben von der aus den Anziehungsgesetzen allein folgenden an.

Ich hege auch die Hoffnung, dafs die ohne Vergleich viel genaueren Beobachtungen des Halley'schen Kometen, welche wir gröfseren und besseren Instrumenten haben abgewinnen können, hinreichend seyn werden, etwas den Anziehungen *Fremdes* sicher zu zeigen, wenn es auch nur eine geringe Einwirkung geäufsert haben sollte. Für jetzt kann aus diesen Beobachtungen noch nichts gefolgert werden, indem sie vor der gemachten Bestimmung der verglichenen Sterne nicht reducirt werden können.

Allein man kann den Zusammenhang zwischen einer Ausströmung von gegebener Masse, Geschwindigkeit und Richtung und ihrem Einflusse auf die Elemente der Bahn des Kometen leicht durch Rechnung verfolgen, und dadurch eine Uebersicht über die Gröfse dieses Einflusses erlangen. Ich werde die daraus hervorgehenden Aenderungen der grofsen Axe und der Umlaufszeit aufsuchen. Wenn man den Ort des Kometen in der Ebene seiner Bahn durch die rechtwinklichten Coordinaten $x$ und $y$ angiebt, die halbe grofse Axe derselben durch $a$, den Radiusvector durch $r$ bezeichnet, so ist bekanntlich:

$$\frac{1}{2a} = \frac{1}{r} - \frac{dx^2 + dy^2}{2dt^2}.$$

Nimmt man an, dafs der Komet in einer Zeiteinheit $\left(\frac{1}{k} = 58{,}13244 \text{ Tage}\right)$ einen Theil seiner Masse ausströmt, dessen Verhältnifs zu dem übrigbleibenden Theile $= \mu : 1$ ist und sich der Zeit proportional verändert, so strömt er in der unendlich kleinen Zeit $dt$ die Masse $\mu dt$ aus: bezeichnet man die Geschwindigkeit der Ausströmung durch $g$, den Winkel mit dem Radiusvector, in welchem sie vor sich geht, durch $\alpha$, die wahre Anomalie des Kometen durch $v$, so ist die aus der Ausströmung hervorgehende, parallel mit der grofsen Axe der Bahn und senkrecht darauf zerlegte Geschwindigkeit des Kometen:

$$= g\mu \cos(v-\alpha)dt \text{ und } = g\mu \sin(v-\alpha)dt$$

Die dadurch veränderten Werthe von $\frac{dx}{dt}$ und $\frac{dy}{dt}$ sind also:

$$\frac{dx}{dt}+g\mu\cos(v-\alpha)dt$$

und $$\frac{dy}{dt}+g\mu\sin(v-\alpha)dt$$

Man erhält die Aenderung von $\frac{1}{2a}$ während des Zeittheilchens $dt$, indem man seinen Ausdruck differentiirt und die eben gefundenen Aenderungen von $\frac{dx}{dt}$ und $\frac{dy}{dt}$ substituirt, nämlich:

$$d\frac{1}{2a}=-g\mu\left\{\frac{dx}{dt}\cos(v-\alpha)+\frac{dy}{dt}\sin(v-\alpha)\right\}dt,$$

oder, da

$$\frac{dx}{dt}=-\frac{\sin v}{\sqrt{p}},\quad \frac{dy}{dt}=\frac{\cos v+e}{\sqrt{p}}$$

ist,

$$d\frac{1}{2a}=\frac{g\mu}{\sqrt{p}}\left\{\sin\alpha-e\sin(v-\alpha)\right\}dt,$$

in welcher Formel $p$ und $e$ den halben Parameter und die Excentricität der Kometenbahn bezeichnen. Setzt man statt $dt$:

$$\frac{rr\,dv}{\sqrt{p}}=\frac{p^2dv}{(1+e\cos v)^2},$$

so erhält man:

$$d\frac{1}{2a}=g\mu p\left\{\frac{\sin\alpha-e\sin(v-\alpha)}{(1+e\cos v)^2}\right\}dv,$$

oder auch:

$$d\frac{1}{2a}=g\mu p\left\{\frac{\sin\alpha\,dv}{1+e\cos v}-\frac{e\cos\alpha\sin v\,dv}{(1+e\cos v)^2}\right\}$$

Die Aenderung, welche $\frac{1}{2a}$ während der Bewegung des Kometen zwischen zwei Gränzen $v'$ und $v''$ von $v$ erfährt, ist das zwischen diesen beiden Gränzen genommene Integral:

$$\delta\frac{1}{2a}=g\mu\left\{\sqrt{(ap)}\sin\alpha(\varepsilon''-\varepsilon')-\cos\alpha(r''-r')\right\}$$

wo $\varepsilon'$, $\varepsilon''$ und $r'$, $r''$ die den Gränzen des Integrals entsprechenden Werthe der excentrischen Anomalie und des Radiusvectors bedeuten. Die correspondirende Aenderung der Umlaufszeit $\tau$ folgt hieraus:

$$\delta\tau=-3g\mu a\tau\left\{\sqrt{(ap)}\sin\alpha(\varepsilon''-\varepsilon')-\cos\alpha(r''-r')\right\}$$

Nimmt man, um die beabsichtigte Uebersicht über die Gröfse des Einflusses der Ausströmung auf die Umlaufszeit zu erlangen, zum Beispiel $\alpha=0$, oder die Ausströmung in der Richtung der Sonne vor sich gehend an, und setzt man für $g$ den Werth, welchen ich für den Halley'schen Kometen durch eine, auf der Ausdehnung des Nebels auf der Sonnenseite des Kerns beruhende Schätzung gefunden habe, nämlich $g=0{,}03756$ (Astr. Nachr. No. 302 S. 223), so findet man für diesen Kometen, in Tagen ausgedrückt:

$$\delta\tau=57185\,(r''-r')\,.\,\mu.$$

Für den 2. October, an welchem Tage ich anfing die Ausströmung zu sehen, ist $r'=1{,}08386$; für den 22. October, wo ich sie zuletzt deutlich sah, ist $r''=0{,}75085$. Die in der Zwischenzeit von 23 Tagen aus der Ausströmung entstandene Aenderung der Umlaufszeit ist also, unter den der Rechnung zum Grunde liegenden Voraussetzungen:

$$\delta\tau=-19043\,\mu.$$

Man sieht hieraus, dafs selbst eine der Masse nach wenig beträchtliche Ausströmung einen beträchtlichen Einfluſs auf die Umlaufszeit erhält. Wollte man annehmen, der Komet habe, während der 23 Tage, über welche die Rechnung sich erstreckt, täglich ein Tausendstel seiner Masse, der Sonne zu, ausgeströmt, so würde daraus:

$$\mu=\frac{0{,}001}{k}=0{,}05813244$$

und:

$$\delta\tau = -1107 \text{ Tage}$$

folgen.

Ich habe diese Rechnung hier vorgelegt, nicht um ein sicheres Resultat dadurch zu erlangen, sondern nur, um dadurch zu zeigen, dafs Annahmen über die Beträchtlichkeit der Ausströmung und ihre Geschwindigkeit, welche wenigstens nicht durch den Augenschein als übertrieben zurückgewiesen werden, einen sehr beträchtlichen Einfluſs auf die Umlaufszeit des Kometen erlangen. Wenn man den Betrag der täglichen Ausströmung nach der Lebhaftigkeit ihres Lichtes schätzen wollte, so würde man ihn ohne Zweifel meistens weit gröfser als 0,001 geschätzt haben; z. B. zur Zeit der oben erwähnten Beobachtung vom 12. October, wo der Kern des Kometen mit solcher Lebhaftigkeit ausströmte, dafs der Strom an seinem Anfange fast so hell erschien als der Kern selbst.

Der grofse Einfluſs einer Ausströmung auf die Bewegung des Kometen kann nur durch eine genau gleiche Ausströmung auf der entgegengesetzten Seite des Perihels vernichtet werden. Ob darin wirklich eine völlige Gleichheit, oder ob auf einer der beiden Seiten des Perihels ein Uebergewicht stattfindet, wissen wir nicht. Der Anblick des Kometen kann darüber offenbar nichts lehren, selbst wenn es sich einmal treffen sollte, dafs die Sonne, der Komet und die Erde bei dem Aufsteigen des Kometen wieder dieselben Entfernungen von einander erhielten, welche sie bei dem Absteigen hatten. Noch weniger haben die beiden Kometen, an welchen bis jetzt die Ausströmung beobachtet worden ist, hierüber eine Andeutung geben können, indem sie, in dieser Beziehung, nur bei ihrem Herabsteigen beobachtet werden konnten. Wenn man die Gröfse des Einflusses einer Ausströmung betrachtet, so wird man versucht, für wahrscheinlich zu halten, dafs bei weitem der gröfste Theil desselben durch seine eigene Entgegenwirkung in verschiedenen Theilen der Bahn verschwinde, und nur ein ver-

gleichungsweise kleiner Rest übrigbleibe, welcher dann in den Wiederkehren des Kometen zu der Sonne hervortritt.

Von dieser Art waren die Gründe, welche mich veranlafsten in No. 289 der Astr. Nachr. zu äufsern, dafs die von Encke erwiesene Beschleunigung der Umläufe des von ihm erschöpfend berechneten Kometen nicht nothwendig von einem Widerstande im Weltraume herrühre. Es ist in der That nur bekannt, dafs diese Beschleunigung stattfindet, nicht aber, aus welcher Ursache sie entstanden ist. Die Aufgabe, aus einer einfachen Erscheinung, welche bei ihrer Wiederkehr keine Abänderungen zeigt, die Ursache derselben zu finden, ist *unbestimmt*, und man kann sie durch eine unbestimmte Anzahl physischer Hypothesen auflösen, ohne dafs eine dieser Auflösungen, dadurch, dafs sie der Erscheinung Genüge leistet, vor den anderen, welche dieses mit ihr gemein haben, ein Gewicht erhalten könnte. Ein Widerstand im Weltraume ist bis jetzt durch keine andere Erscheinung bemerkbar geworden; vielmehr hat die Bewegung des Mondes gezeigt, dafs ein etwaniger Widerstand, beziehungsweise auf die Masse und die Geschwindigkeit des Mondes, unmerklich ist. Ich bin weit entfernt hieraus zu folgern, dafs der bei der Bewegung des Mondes unmerkliche Einfluſs eines Widerstandes auch bei der Bewegung eines Kometen, der wahrscheinlich eine weit kleinere Masse besitzt, und augenscheinlich einen weit gröfseren Raum einnimmt, unmerklich seyn müsse; allein der Annahme eines Widerstandes, zur Erklärung der Beschleunigung, fehlt hiermit das, was ihren Vorzug vor anderen möglichen Erklärungen begründen könnte.

Es konnte weder meine Ansicht seyn, noch war sie es, den Widerstand aus der Zahl der Möglichkeiten ausschliefsen zu wollen, durch welche man die Beschleunigung der Umläufe des Kometen erklären kann. Ich bemerkte aber, dafs, falls ein Komet keine Beschleunigung,

oder statt dieser eine Verzögerung zeigen sollte, darin kein Widerspruch gegen das von Encke gefundene wichtige Resultat, sondern nur gegen die Erklärung derselben durch einen Widerstand liege.' So unerheblich diese Bemerkung ist, weil Niemand das dadurch Geäufserte bezweifelt, so hat sie doch Encke veranlafst, in No. 305 der Astron. Nachr. die Gründe zusammenzustellen, welche der Hypothese des Widerstandes günstig sind. Meine unbedeutende Aeufserung hat dadurch gröfseren Erfolg erhalten, als ich ahnen konnte: sie hat den Lesern der Astr. Nachr. eine Vertretung des Widerstandes eingebracht, deren Kenntnifs wenigstens einem von ihnen, nämlich mir, lehrreich und erfreulich gewesen ist. Indessen ist diese Vertheidigung gegen die oben angeführte Aeufserung von mir gerichtet, und fordert daher von mir, dafs ich mich näher über dieselbe erkläre. Zu dem, was ich darüber schon gesagt habe, füge ich noch hinzu, dafs, indem die Einwirkung einer Ausströmung auf die Bewegung des Kometen, der sie besitzt, nicht bezweifelt werden kann, nicht ihr Daseyn, sondern nur ihre Gröfse und ihr Gesetz Gegenstände der weiteren Untersuchung sind. Unglücklicherweise ist, bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse, von einer Verfolgung beider Ansichten kein Vortheil zu erwarten. Beide entziehen sich der Rechnung: die Hypothese der Ausströmung, weil die Gesetze, nach welchen die Ausströmung vor sich geht, unbekannt sind; die Hypothese des Widerstandes, weil das Gesetz der Dichtigkeit des angenommenen, widerstehenden Aethers und die unermefslichen Aenderungen, welche der Umfang des Kometen bei seinem Herabsteigen zu der Sonne erfährt, gleichfalls unbekannt sind. Eine Verhandlung über diesen Gegenstand gehört daher zu den unfruchtbaren; ich würde eine gelegentliche Aeufserung darüber auch für hinreichend gehalten haben, wenn das 305. Stück der Astr. Nachr. mir nicht die Aufforderung gäbe, jene so weit, wie es jetzt geschehen ist, auszudehnen.

## IV. *Beobachtungen an artesischen Brunnen, besonders hinsichtlich der Temperatur im Innern der Erde.*

Bereits enthalten die Annalen eine so beträchtliche Anzahl von Bestimmungen über die Temperatur des Innern der Erde [1]), dafs es überflüssig scheinen kann, sie mit einer neuen zu vermehren, wenn diese nicht durch eine vorzügliche Genauigkeit oder einen anderen bemerkenswerthen Umstand besonders ausgezeichnet ist. Beides ist nun zwar bei der folgenden, von Hrn. Poisson in seiner *Théorie mathématique de la chaleur* zuerst veröffentlichten Beobachtungsreihe nicht der Fall; allein dennoch glauben wir sie hier berühren zu müssen, indem zu vermuthen steht, dafs man sich auf das von jenem berühmten Mathematiker aus ihr gezogene Resultat in Zukunft noch manchmal berufen werde, und es daher für die Leser dieser Zeitschrift von Interesse seyn kann, auch die Grundlage dieses Resultats kennen zu lernen. Die Orte, wo diese Beobachtungen an artesischen Brunnen gemacht wurden, liegen sämmtlich in der Nachbarschaft von *Lille* (50° 39′ N. Br.).

| Ort des Bohrlochs. | Tiefe des Bohrlochs. | Temperatur des Wassers. |
|---|---|---|
| Moulin du Pont . . . . . | 21 ,4 | 11°,1 C. |
| Lillers . . . . . | 23 ,8 | 11 ,2 |
| Béthune . . . . . | 32 ,8 | 11 ,7 |
| La Vacherie . . . . . | 34 ,8 | 11 ,8 |
| St. André-Sous-Aire . . . . . | 35 ,7 | 11 ,5 |
| Béthune (Vorstadt) . . . . . | 35 ,7 | 11 ,5 |
| Marchiennes . . . . . | 37 ,3 | 12 ,2 |

1) S. zunächst Bd. XXXV S. 209, und gegenwärtigen Bd. S. 235 und S. 416.

| Ort des Bohrlochs. | Tiefe des Bohrlochs. | Temperatur des Wassers. |
|---|---|---|
| Gouchem . . . . . | 38m,7 | 12°,1 C. |
| Béthune (Esplanade) . . . . . | 38 ,9 | 12 ,0 |
| Zwischen Lille und Marquette . | 40 ,2 | 12 ,1 |
| Marquette (Abtei) . . . . . | 50 ,6 | 12 ,5 |
| Aire . . . . . | 51 ,2 | 12 ,5 |
| Marquette . . . . . | 53 ,6 | 12 ,3 |
| Aire (Fort St. François) . . . . | 62 ,4 | 13 ,3 |
| St. Venant . . . . . | 100 ,5 | 14 ,1 |

Detail über diese Beobachtungen ist nicht mitgetheilt; woher also die beträchtlichen Abweichungen unter ihnen, läfst sich nicht mit Bestimmtheit angeben. Indefs liegt eine Vermuthung ziemlich nah. Im Allgemeinen nämlich, kann man wohl mit Hrn. Poisson annehmen, bieten Bohrlöcher den directesten Weg zur Erforschung der Temperatur im Innern der Erde dar; allein, wenn sie zu ganz sicheren Resultaten führen sollen, müssen sie nothwendig leer seyn, oder, wenn sie eine Flüssigkeit enthalten, wenigstens kein blofses Wasser, sondern statt dessen einen Schlamm von solcher Consistenz, dafs die Temperatur-Ungleichheiten keine Strömungen mehr bewirken können. Enthalten sie stehendes oder gar überfliefsendes Wasser, so ist offenbar auf die Resultate, mindestens auf die quantitative Seite derselben, kein gar grofses Gewicht zu legen, denn im ersten Fall werden die eben erwähnten Strömungen, die unfehlbar eintreten, die Temperaturdifferenzen, wenigstens theilweise, abgleichen, und im zweiten Fall wird man, besonders wenn das Wasser etwas rasch hervordringt, Gefahr laufen, eine Temperatur zu beobachten, die nicht der gemessenen, sondern einer anderen, meist gröfseren, Tiefe angehört. Nun sind die obigen Beobachtungen, wie es scheint, an blofs mit Wasser gefüllten artesischen Brunnen angestellt worden; es ist also möglich, dafs der eine oder andere der eben genannten Umstände störend eingewirkt hat, wenn sonst an den Beobachtungen nichts versäumt wurde.

Hr. Poisson hat die Abweichungen dadurch unschädlich zu machen gesucht, dafs er sämmtliche Beobachtungen zusammenfafst, und sie gemeinschaftlich, nach der Methode der kleinsten Quadrate, auf die Gleichung

$$u = f + gx$$

anwendet, eine Gleichung, welche, nach ihm, die Beziehung zwischen der Temperatur $u$ und der Tiefe $x$ ausdrückt, sobald die Tiefe über 20 Meter beträgt, oder so grofs ist, dafs die Temperatur von der Zeit unabhängig wird, namentlich keine jährlichen Variationen mehr erleidet. Für die Constanten $f$ und $g$, welche das Gesetz specificiren, ergeben sich dadurch aus den obigen Beobachtungen folgende Werthe:

$$f = 10°,405 \quad ; \quad g = 0°,0393.$$

$f$ wäre die Temperatur für die Tiefe Null, also die an der Oberfläche, sobald daselbst keine anderen Wärmequellen wirkten; weil dieſs aber der Fall, ist diese Gröfse, wie Hr. Poisson theoretisch erweist, immer etwas kleiner als die wirkliche Mitteltemperatur an der Erdoberfläche. Bestätigt wird dieſs für Lille durch die Temperatur des Wassers in den Gräben der dortigen Cidatelle; sie beträgt nämlich 10°,7 C., mithin 0°,295 C. mehr als obiger Werth von $f$.

Die Gröfse $g$ ist der Temperaturanwuchs, ausgedruckt in Centigraden, für eine Tiefenzunahme von einem Meter. Dividirt man Eins durch diese Gröfse, verwandelt das Meter in Pariser Fufs, und den Centigrad in Reaumür'schen Grad, so bekommt man die Tiefenzunahme für einen Grad Reaumur, ausgedruckt in Pariser Fufs. Aus obigem Werth von $g$ ergiebt sich so diese Tiefenzunahme = 94 Par. Fufs.

Auf ähnliche Weise findet Hr. Poisson für Genf (46° 12′ N. Br.) aus den unweit dieser Stadt von HH. De la Rive und Marcet in einem Bohrloch beobachteten Temperaturen:

$$f = 10°,140 \text{ C.} \quad g = 0°,0307 \text{ C.}$$

Aus letzterem Werth ergiebt sich auf eben genannte Weise für 1° R. Temperaturanwuchs eine Tiefenzunahme von 120,3 Par. Fufs, ein Werth, nicht sehr verschieden von dem, welchen G. Bischof in seinem lehrreichen Aufsatz in diesen Annalen, Bd. XXXV S. 216, ohne Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate aus denselben Beobachtungen hergeleitet hat.

In Bezug auf diese Beobachtungen sey hier übrigens noch Folgendes angeführt [1]). Das benutzte Bohrloch ist zu Pregny, eine Lieue von Genf, ganz in der Nähe des Genfersees niedergetrieben. Die Mündung desselben liegt 299 Fufs über dem See, folglich, da es 682 Par. Fufs hinabgeht, das Tiefste desselben 383 Par. Fufs unter dem Spiegel des Sees. Dennoch fand von Seiten des Sees keine Infiltration statt, wie diefs daraus hervorging, dafs das Wasser im Bohrloch, obwohl es nie zum Hervorspringen kam, und dadurch den Zweck der kostspieligen Anlage ganz vereitelte, dennoch immer bedeutend über dem Spiegel des See's stehen blieb. Näher erhellt diefs aus der folgenden Tafel, aus welcher man zugleich ersieht, dafs der Stand des Wassers im Bohrloch sich mit der Tiefe des letzteren änderte, dabei aber keine Beziehung hatte zu der Regenmenge, welche während der letzten dreifsig Tage vor der jedesmaligen Beobachtung gefallen war [2]):

1) Aus der *Biblioth. universelle, T. LVI p.* 30.

2) Bei weitem auffallendere Schwankungen, als sich hier bei verschiedener Tiefe des Bohrlochs im Wasserstande zeigten, hat man schon an einem andern Brunnen bei einer und derselben Tiefe wahrgenommen. Dieser Brunnen, zu Rochelle, nur 70 Meter vom Meeresstrande erbohrt, war schon vier Jahre im Gebrauch, ohne dafs er Veränderungen in seinem Wasserstande gezeigt hätte, der vielmehr, bis auf einige Zoll, beständig 22 metrische Fufs (d. h. Drittel-Meter) unter der Erdoberfläche stehen geblieben war. Am 22. Aug. 1833 bohrte man ihn 22 solcher Fufs tiefer, wodurch seine gesammte Tiefe auf 555 Fufs gelangte. Nun zeigten sich folgende Schwankungen im Wasserstande:

| Beobachtungstag. | Tiefe von der Oberfläche ab. | Stand des Wassers unter der Erdoberfläche. | | Regenmenge, in den 30 letzten Tagen vor jeder Beobachtung. |
|---|---|---|---|---|
| 1831 Juni 16 | 52 Fuſs | 14 Fuſs | Zoll | 6 Lin. |
| 1832 Febr. 9 | 138 | 13 | | 20 |
| März 9 | 275 | 14 | | 7 |
| Oct. 19 | 499 | 22 | 3 | 15,1 |
| Dec. 19 | 541 | 22 | 9 | 16,8 |
| 1833 Jan 25 | 547 | 35 | 4 | 7,4 |
| Apr. 1 | 562 | 33 | 6 | 9,6 |
| - 8 | 568 | 32 | 2 | 27,6 |
| - 11 | 571 | 31 | 8 | 26,6 |
| - 13 | 571 | 31 | | 43,6 |
| - 15 | 574 | 30 | | 47 |
| - 16 | 575 | 29 | | 50 |
| - 18 | 578 | 28 | 3 | 51 |
| - 23 | 582 | 26 | | 52,2 |
| - 27 | 584 | 25 | 6 | 54,2 |
| Mai 3 | 589 | 24 | 10 | 39,8 |
| - 11 | 595 | 24 | 6 | 33,4 |
| Juli 15 | 631 | 25 | 6 | 48,6 |
| - 29 | 641 | 26 | | 32,6 |
| Aug. 2 | 644 | 27 | | 21 |
| Sept, 23 | 673 | 35 | 8 | 41 |
| Oct. 12 | 682 | 35 | 8 | 22,1 |

Bis zum 2. Sept. *fiel* das Wasser, so bedeutend, dafs der Gesammtbetrag des *Fallens* bis zu diesem Tage 152 F. war. Vom 3. Sept. bis 2. Oct. *stieg es*, erst 6½ dann 3 Fuſs täglich, bis es am 2. Oct. genau seinen alten Stand von 22 Fuſs unter dem Boden wieder erreicht hatte. Vom 3. bis 4. Oct. *fiel es*, und zwar 29 F., vom 5. bis 14. *stieg* es 9 F., und nun *fiel es wieder* vom 14. bis 15. um 93 Fuſs, am 17. um 11 Fuſs, am 18. um 36. So war denn die Wassersäule, die am 1. Aug. eine Länge von 505 Fuſs besafs, am 18. Oct. nur noch 345 Fuſs lang. Vom 19. Oct. *fing* es *wieder an zu steigen*, und stieg regelmäſsig fort bis zum 13. Nov. um 114 F.; am 14. *fiel es*, aber nur 14 F. Dann *stieg* es abermals vom 16. Nov. bis zum 15. Dec. um 42 F., und dann weiter bis zum 2. Febr. 1834 aber nur um 9 Fuſs, so dafs es dann bis auf 6 Fuſs seinen alten Stand von 22 Fuſs unter der Erdoberfläche wieder erreicht hatte. (*Bulletin de la Societé géologique de france, T. IV p.* 425.

Die Temperaturbeobachtungen wurden meistens mit einem Bellanischen Maximumthermometer von gewöhnlicher Einrichtung angestellt, zuletzt auch mittelst eines anderen, von demselben Physiker angegebenen Instruments, über dessen Construction die Beobachter folgendes bemerken: *Nous avons aussi fait usage, mais seulement vers la fin des nos observations, d'un thermomètre a maximum de* M. Bellani, *fondé sur un principe complètement différent et sur les indications duquel les secousses ne pouvaient avoir aucune espèce d'influence. Dans ce thermomètre une petite bulle de mercure, placée au milieu de la colonne d'alcohol, indiquait par sa position quelle était la quantité de liquide qui était sortie de cette colonne et par conséquent quelle avait été la température la plus élevée à laquelle l'instrument avait été exposé.*

Jedes dieser Instrumente wurde bei seinem Gebrauch in eine starke kupferne Büchse luftdicht eingeschlossen (um vor dem äufsern Druck geschützt zu seyn), und diese Büchse war von einem andern, unten mit einem einwärts schlagenden Ventil versehenen Cylinder umgeben, welcher den Durchmesser des Bohrlochs besafs, und, an dem Ende des Bohrgestänges befestigt, mit diesem in die beabsichtigte Tiefe hinabgeschoben wurde. Anfangs war der äufsere Cylinder oben geschlossen; dadurch blieb Luft in demselben, diese wurde comprimirt, entwickelte Wärme, und führte so einen zu hohen Stand des Thermometers herbei. Später wurde jener oben durchlöchert, und so die Fehlerquelle entfernt. Mit Anwendung des durchlöcherten Cylinders wurden in zwei Beobachtungsreihen folgende Resultate erhalten:

| Tiefe von der Oberfläche ab. | Temperatur. | Tiefe von der Oberfläche ab. | Temperatur. |
|---|---|---|---|
| 30 Fufs | 8°,4 R. | 30 Fufs | |
| 60 | 8 ,5 | 60 | |
| 100 | 8 ,8 | 100 | 8°,7 R. |
| 150 | 9 ,2 | 142 | 9 ,08 |
| 200 | 9 ,5 | 200 | 9 ,4 |
| 250 | 10 ,0 | 250 | 10 ,1 |
| 300 | 10 ,5 | 300 | 10 ,45 |
| 350 | 10 ,9 | 330 | 10 ,65 |
| 400 | 11 ,37 | 350 | 10 ,90 |
| 450 | 11 ,73 | 370 | 11 ,00 |
| 500 | 12 ,20 | 400 | 11 ,25 |
| 550 | 12 ,63 | 430 | 11 ,50 |
| 600 | 13 ,05 | 450 | 11 ,70 |
| 650 | 13 ,50 | 500 | 12 ,25 |
| 680 | 13 ,8 | 550 | 12 ,65 |
| | - | 599 | 13 ,1 |
| | | 650 | 13 ,6 |

Diese Beobachtungen sind es, welche Hr. Poisson zu seinen Berechnungen angewandt hat, und welche auch der vom Profess. Bischof gemachten Bestimmung zum Grunde liegen. Die grofse Regelmäfsigkeit der Temperaturzunahme mit der Tiefe verdanken sie unzweifelhaft, wie es auch die HH. De la Rive und Marcet ausdrücklich bemerken, dem Umstand, dafs das Bohrloch nicht reines Wasser enthielt, sondern einen Schlamm, der noch überdiefs nach unten immer mehr an Consistenz zunahm, und zuletzt fast nur noch eine feuchte Erde darstellte [1]).

1) Die HH. De la Rive und Marcet benutzten auch das Bohrloch zur Anstellung einiger magnetischen Versuche. Nadeln von gehärtetem Stahl, von weichem Stahl und weichem Eisen wurden einzeln in senkrechter Stellung und luftdicht eingeschlossen in eine kupferne Büchse mittelst des (eisernen) Bohrgestänges bis zum Boden des Loches hinabgeschoben und 24 Stunden oder länger daselbst stecken gelassen; dann heraufgezogen zeigten die Nadeln aus weichem Stahl und weichem Eisen einen stärkeren Magne-

Eine Angabe, die man in der sonst recht empfehlungswerthen Beschreibung dieser Beobachtungen vermißt, aber freilich nicht allein in dieser, sondern überhaupt fast in allen Berichten dieser Art, ist die über die Gestalt der Erdoberfläche in der Nähe des Bohrlochs. Sie ist gewiß nothwendiger, als gemeiniglich geglaubt wird. Wenn die Erdoberfläche vollkommen eben und horizontal ist, hat die Bestimmung des Orts, welcher einer beobachteten Temperatur angehört, von Seiten der Theorie nicht die geringste Schwierigkeit: er wird hier natürlich durch seinen lothrechten Abstand von der Oberfläche festgestellt. Wenn aber die Oberfläche eine schiefe Ebene darstellt, wenn das Bohrloch auf dem mehr oder weniger stark geneigten und unregelmäßig geformten Abhang einer Anhöhe niedergetrieben ist: von wo ab müssen da eigentlich die Tiefen gezählt werden? Handelt es sich überhaupt alsdann noch um senkrechte Tiefen, und nicht vielmehr um Perpendikel auf der Erdoberfläche? In der Voraussetzung einer sphärischen oder sphäroidischen Gestalt der Erdoberfläche, einem Fall, welchen die Wärmetheorie bisher allein betrachtete, gehören die Flächen gleicher Bodenwärme offenbar auch Sphäroiden an; wenn aber, wie wirklich, die Erdoberfläche eine ganz unregelmäßige Gestalt besitzt, so müssen nothwendig die isogeothermischen Flächen, bis zu einer gewissen Tiefe, ebenfalls an dieser Unregelmäßigkeit theilnehmen, und zwar desto mehr, je näher sie der Erdoberfläche liegen. Die Tiefen, welche wir mit Bohrwerkzeugen zu erreichen vermögen, sind nicht so groß, daß der Einfluß der örtlichen Gestalt der Erdoberfläche, wenn sie bedeutende

tismus, als Nadeln von gleicher Beschaffenheit in derselben Zeit über der Erde angenommen hatten. Die gehärtete Stahlnadel ward nicht magnetisch. Auch von den 15 Fuß langen Eisenstangen des Bohrzeugs zeigte die unterste den stärksten Magnetismus. (Sollte sie und das übrige Gestänge nicht auf die Nadeln eingewirkt haben? *P.*)

Unregelmäfsigkeiten darbietet, scheint vernachlässigt werden zu können. Wenn dem aber so ist, fragt es sich natürlich: Was ist das richtige Element zur Beurtheilung der Temperaturzunahme nach dem Innern der Erde? Sind es die von den isogeothermischen Flächen zur Erdoberfläche gezogenen Normalen, oder sind es die senkrecht von ihnen in die Höhe geführten Linien oder keine von beiden? Diese Frage, welche schon einige Male in diesen Annalen berührt worden ist [1]), findet sich in keinem der vielen Aufsätze, die in Frankreich und England über die Erdtemperatur geschrieben wurden, beantwortet, nicht einmal aufgeworfen. Und doch scheint sie von solcher Wichtigkeit, dafs man behaupten darf, ehe sie nicht vollständig gelöst sey, könne man, selbst bei Beachtung aller übrigen Vorsichtsmafsregeln, auf keine genügende Uebereinstimmung der Resultate Anspruch machen. Fast möchte man versucht seyn zu glauben, dafs nur Bohrlöcher in vollkommenen Ebenen geeignet seyen, richtige Werthe von der Temperaturzunahme nach dem Innern zu gewähren.

---

Schliefslich mögen hier noch einige verwandte Betrachtungen und Erfahrungen eine Stelle finden. Nach der gewöhnlichen Vorstellung sind bekanntlich die artesischen Brunnen die kürzeren Schenkel von Hebern, deren längere, von der Natur gebildete Arme auf Anhöhen münden, und dort durch atmosphärische Niederschläge oder bereits vorhandene Wasseransammlungen gespeifst werden. Es ist dann der hydrostatische Druck dieser höher liegenden Wassermassen, welche die Flüssigkeit oft so gewaltsam zum Bohrloche heraustreibt [2]). In sei-

1) Bd. XXII S. 149 und 522.

2) Beispiele von der Springkraft der artesischen Wässer sind schon in einem früheren Aufsatz (Ann. Bd. XVI S. 592) mehre aufgeführt. Ein neueres und sehr ausgezeichnetes liefert der im

nem bereits erwähnten Werke über die Wärmetheorie stellt nun Hr. Poisson die Ansicht auf, daſs man die Springkraft der erbohrten Wässer nicht nothwendig vom hydrostatischen Drucke höher gelegener Wasservorräthe abzuleiten brauche, sondern daſs diese Erscheinung auch eine genügende Erklärung finde, wenn man annehme, es seyen im Innern der Erde groſse Wassermassen vorhanden, bedeckt von biegsamen Gebirgsschichten. Er setzt hinzu, in dieser Hypothese, nach welcher also die auf dem Wasser ruhenden biegsamen Gesteinschichten durch ihren Druck auf diese Flüssigkeit das Hervorspringen derselben bewirken würden, könnten die unterirdischen Seen durch Quellen gespeiſst werden, die nicht viel höher zu liegen brauchten, ja sogar tiefer liegen könnten.

Gewiſs hat es manchmal seine groſse Schwierigkeit, in flachen Gegenden, wo nicht selten springende Wässer erbohrt worden sind (z. B. bei Lillers im Dep. Pas du Calais), die Anhöhen nachzuweisen, von welchen sie nach der gewöhnlichen Ansicht herstammen sollen [1]). Allein sind die Schwierigkeiten minder groſs bei der neuen

Winter 1833 bis 1834 zu Bruck, bei Erlangen, erbohrte Brunnen. Man stieſs dabei folgweise auf drei Wasserbehälter, in 161, 370 und 442 Fuſs (baier. Maaſs) Tiefe. Aus letzterem, bei dem man die Arbeit einstellte, drang das Wasser mit solcher Kraft hervor, daſs es, als man auf das Bohrloch eine 4 Zoll weite Röhre setzte, 38 Fuſs hoch sprang; ja als man letztere Röhre gegen einen 2 Zoll weiten Spritzenschlauch vertauschte, bildete es sogar einen 70 Fuſs hohen Strahl. Die Menge des Wassers betrug 415 baier. Eimer in der Stunde, und seine Temperatur 13°,9. R. (Kastner's Archiv, Bd. XXVI S. 276.)

1) Dieselbe Schwierigkeit würde sich übrigens auch bei natürlichen Quellen darbieten, wenn man den Angaben trauen dürfte, nach welchen sie mitunter auf den höchsten Punkten eines Berges vorkommen sollen. So sagt Hr. Héricart de Thury (in seinen: *Considérations sur la cause du jaillissement des eaux des puits forés etc. p.* 123) es gäbe auf der Spitze des 1800 Met. hohen Mont Ventoux eine sehr reichlich und constant flieſsende Quelle, Feyollas genannt; dagegen bemerkt indeſs Hr. Arago (*Annuaire*, 1835, p. 192), daſs diese Quelle, die er la Font-

Hypothese? Wie ist es möglich, dafs die von elastischen Hüllen eingeschlossenen Wassermassen noch durch söhlige oder tiefer liegende Quellen mit Wasser versehen werden können? Wird denn das Wasser dieser Quellen nicht durch den Druck der biegsamen Gebirgsschichten zurückgedrängt werden? Und, wenn nicht, woher bekommt es Kraft, jenen Druck zu überwältigen? Etwa durch den hydrostatischen Druck von höher liegenden Wasservorräthen? Da, wäre man ja wieder auf die frühere Vorstellung zurückgekommen! Es scheint demnach, als fordere die neue Hypothese nothwendig die Annahme, dafs es geschlossene Räume seyen, welche das unterirdische Wasser ausfülle. Aber was für eine Gröfse müfsten diese Räume haben, um mit ungeschwächter Kraft Jahrzehnde, ja selbst Jahrhunderte [1]) lang so reichlich Wasser spenden zu können, wie es beobachtet worden ist.

Feyole nennt, nur in 1754 Meter Höhe liege, und der Berg sich noch 200 Meter darüber erhebe. An derselben Stelle widerlegt Hr. A. auch den Glauben, als könne die Quelle, die ehemals auf dem Mont-Martre, bei Paris, 16 Meter unterhalb des Gipfels dieses kleinen Berges vorhanden war (vielleicht noch vorhanden ist) nicht aus atmosphärischen Niederschlägen entstanden seyn; er zeigt, dafs der über dieser Quelle liegende Theil des Berges 585 Meter in Länge und 195 Meter in Breite besitzt, also, gemäfs der auf eine solche Fläche jährlich in Paris fallende Regenmenge, hinreichend grofs ist, um die kleine Quelle aus der Atmosphäre mit Wasser zu versehen. Vermuthlich hat es eine ähnliche Bewandtnifs mit der schönen Quelle, die, nach einer neueren Notiz von Hrn. Bory de St. Vincent, in Asturien auf dem Gipfel des Pic von Sarrantina, eines von keiner Höhe in der Umgegend beherrschten Berges, vorkommt. Indefs ist Hr. B. auch nicht gemeint, den atmosphärischen Ursprung dieser Quelle zu bestreiten, nur vermuthet er, sie sey der kurze Arm eines Hebers, dessen langer an den Abhängen der sehr weit gegen Osten liegenden, mit ewigen Schnee bedeckten Gebirge gesucht werden müsse. (*Compt. rend.* 1836, *II*, *p.* 376.)

1) Der artesische Brunnen zu Lillers (Pas du Calais) soll schon 1126 angelegt seyn; der von St. André war bereits zu Anfange des vorigen Jahrhunderts vorhanden; und an beiden hat man keine Abnahme der Springkraft und der Wassermenge bemerkt.

Es mag hier unerörtert bleiben, ob die Voraussetzung solcher grofsen, mit der Oberfläche in keiner natürlichen Gemeinschaft stehenden Wassermassen im Innern der Erde durch die bisherigen Erfahrungen schon gerechtfertigt werde; nur bemerken wollen wir noch, dafs auch andere Naturforscher dieselbe für nöthig erachten. Hr. Marcel de Serres z. B. ist der Meinung, die artesischen Brunnen bezögen ihre Nahrung aus unterirdischen Seen, welche die Reste jener ungeheuern Wassermassen seyen, die einst die neptunischen Formationen (*terrains de sediment*) in Auflösung oder Schwebung enthielten. Von solchen, zur Zeit der grofsen vorweltlichen Umwälzungen gleichsam in dem Schoofs der Erde begrabenen Wassermassen leitet er den Ursprung aller Quellen ab, die eine bedeutende und zu allen Jahreszeiten constante Wassermenge liefern, eine höhere Temperatur und eine bedeutende Steigkraft besitzen. Die übrigen erhalten, nach ihm, ihre Nahrung aus der Atmosphäre. (*L'Institut*, *No.* 91 *p.* 43.)

Gegen diese Ansicht läfst sich sicher geltend machen, dafs man Wässer erbohrt hat, die, so weit bekannt, alle charakteristischen Eigenschaften der artesischen Brunnen zeigten, und die doch andererseits unzweifelhafte Beweise ihrer Gemeinschaft mit der äufseren Oberfläche ablegten, da sie Pflanzen-Ueberreste, Bruchstücke von Muscheln [1]), ja sogar lebende Aale auswarfen. (Annalen, Bd. XXI S. 353, Bd. XXXVI S. 561.)

Ein neues Beispiel der letzteren Art hat kürzlich,

1) Neuerlich, im Februar 1835, hat auch in der Nähe von Perpignan, zu Rivesaltes, ein artesischer Brunnen Bruchstücke von Muscheln nebst vielem Sande ausgeworfen; allein diese waren Meermuscheln, der Tertiärformation angehörend, von den Geschlechtern: Ostrea, Pectunculus, Cardium, Chama, Pecten, Buccenum, Rissoa, Natica, Cirithium, Turbo, Murex. Vor diesem Auswurf gab der Brunnen 350, nach demselben 630 Liter Wasser in der Minute. (*L'Institut*, *No.* 103 *p.* 136.)

noch Hr. Deslongchamps zur öffentlichen Kenntnifs gebracht. Im Zuchthause zu Beaulieu, eine Viertel-Lieue von Caen, hat man nämlich im Juli 1831 in dem ausgemauerten und mit einem Dache versehenen, hundert Fufs tiefen Brunnen des Hofes einen lebenden Aal gefunden, der, wie Hr. D. ausführlich nachweist, weder zufällig noch absichtlich konnte von oben herein gebracht worden seyn, und der sich überdiefs noch durch Augen von ganz abnormer Gröfse auszeichnete. Die Schächte sämmtlicher Brunnen in der Gegend von Caen, setzt derselbe hinzu, werden durch alle daselbst vorhandenen Kreideschichten niedergetrieben, darauf geht man mit dem Bohrer durch ein anderes härteres Gestein, und zuletzt durch grauen Mergel, nach dessen Durchbohrung alsdann das Wasser, begleitet von geräuschvoller Entwicklung eines Gases, wahrscheinlich Kohlensäure [1]), augenblicklich hervordringt

1) Es könnte auch wohl atmosphärische Luft gewesen seyn. Hr. Héricart de Thury sagt (*Ann. de Mines, Ser. III Vol. IV p.* 523), dafs dergleichen Luftentwicklungen bei den artesischen Brunnen in der kieseligen Kalksteinformation östlich und südöstlich von Paris sehr häufig vorgekommen seyn. Als das merkwürdigste Beispiel nennt er den Brunnen zu Nangis bei Melun. Man war mit dem Erbohren desselben bis zu 60 Meter Tiefe gelangt, ohne Anzeige von springendem Wasser zu finden, als plötzlich ein Luftstrom hervordrang, mit einer solchen Heftigkeit, dafs man ihm nur dem des stärksten Gebläses vergleichen konnte. Dieser Luftstrom hatte noch das Sonderbare, dafs er zu gewissen Stunden des Tages mit einer Art von Intermittens schwächer wurde. (Ob er noch blase, ist nicht gesagt.)

Auch andere Gase sind schon bei Anlage artesischer Brunnen neben dem Wasser erbohrt worden. Von dem Kohlenwasserstoffgase zu *Gajarine*, bei *Conegliano*, ist bereits in diesen Annalen, Bd. XXIX S. 364, die Rede gewesen. Von Schwefelwasserstoffgas-Entwicklungen führt Hr. Héricart de Thury (a. a. O.) mehre Beispiele an, als die Brunnen zu *Cormeille*, bei Argenteuil [wo dieſs Gas, in 45 Meter Tiefe, aus dem schwärzlichen Mergel hervordrang, welcher dort *Schwefelleber* (*foies de soufre*) genannt wird, und um dessentwillen man, bei Bearbeitung der darunter liegenden Gypsbrüche, oft gezwungen

und den Schacht bis zu einer gröſseren oder geringeren Höhe anfüllt. (*L'Institut*, *No.* 149 *p.* 87.)

Dergleichen Erfahrungen, die sich bei längerer Beachtung der artesischen Brunnen gewiſs noch vermehren werden, sprechen doch zu deutlich für die Herkunft der erbohrten Wässer von der Erdoberfläche, als daſs man gegenwärtig schon gezwungen seyn sollte zu einer neuen weniger natürlichen Hypothese seine Zuflucht zu nehmen.

## V *Einige Beobachtungen über die Bildung des Hagels; von Lecoc, Professor der Naturgeschichte zu Clermont-Ferrand.*

(*Compt. rend.* 1836, *pt. I. p.* 324.)

Am 28. Juli 1835 verwüstete die Umgegenden von Clermont ein heftiges Gewitter, über dessen Gang Hr. Lecoc sich officielle Nachrichten verschaffte, ähnlich, wie es vom ehrwürdigen Hrn. Tessier in Bezug auf das

ist, Luftschächte zu machen] *Montmorency*, *St. Deuze*, *Pierrefite*, *St. Ouen*, *Pantin* (sämmtlich in der Umgegend von Paris). Aus mehren dieser Brunnen geschieht der Austritt des Gases mit groſser Heftigkeit und einem eigenthümlichen Geräusch, dort *Ronflement* oder *Hocquet* genannt. Das Gas findet sich besonders da, wo die wasserführenden Schichten klüftig (*caverneuses ou chambrées*) sind. Diese Klüfte, aus welchen das Gas durch das aufsteigende Wasser verdrängt wird, sind übrigens für die Springkraft desselben, wenn die Bohrlöcher nicht gut mit Röhren ausgesetzt, sehr nachtheilig, und müssen daher, wo möglich, vermieden werden. Der Brunnen zu Cormeille zeigte übrigens, in 65 Meter Tiefe, die auch an andern Orten beobachtete Merkwürdigkeit eines *wahren unterirdischen Stromes*, der von Norden nach Süden mit solcher Heftigkeit floſs, daſs der Hohlbohrer stark erschüttert ward, niemals Erdreich mit herauf brachte, sondern stets ganz rein abgespült oben anlangte.

schreckliche Gewitter von 1788 geschah [1]). Das vom 28. Juli 1835, sagt Hr. L., »bildete sich um 10 Uhr Morgens über dem Ocean. Der Hagel begann einen Theil der Insel Oléron zu verheeren, besonders die Gemeinden von St. Pierre und St. George. Darauf ging die Wolke von West nach Ost, über dem Departement Charente-Inferieure, wo besonders das Arrondissement Marennes viel ausstand. In den Gemeinden St. Aynant, St. Jean d'Angle, St. Simphorien, St. Sornin, St. Just, Arvers etc. fiel Hagel, der an Grôfse von einer Haselnufs bis zu einer Wallnufs schwankte.«

»Die Wolke überschritt die Charente ohne Hagel auszuspenden; wenigstens habe ich keine Nachricht von der Präfectur dieses Departements erhalten. Allein im Dep. Haute-Vienne und gerade an den Gränzen des Dep. Charente hagelte es an mehren Orten des Arrondissements Rochechouart. Von da zog das Gewitter in vollkommen gerader Linie von West nach Ost über dem Dep. Haute-Vienne hinweg. Mittags traf es im Arrondissement Bourganeuf, Dep. Creuse, ein. Die Gemeinden Faux-Mazuras, Manzac, Soubrebord, Marterolle, Vidaillac, St. Hilaire, La Pouge, St. Georges wurden mehr oder weniger davon getroffen. Das Gewitter, seinen Weg in gleicher Richtung verfolgend, erreichte das Arrondissement Aubusson und richtete dort grofse Verwüstungen an. Vom Mittage bis 2 Uhr fielen ungeheure Schlossen auf die Gemeinden St. Amand, Lupersat-Ars, St. Avi-le-Pauvre, St. Sulpice-les-Champs, La Rochelle, St. Maixant, St. Ulpinien, Maynat, Beissat, Alleyrat, St. Silvain-Letrueq, St. Aynat, La Chaussade, St. Michel-de-Vesse, Chavanat, Malleret und Banise. Um 1 ½ Uhr überschritt das Gewitter die Ostgränze des Departements Puy-de-Dôme; eine Viertelstunde darauf schüttete es

1) Einen kurzen Abrifs von dem Bericht des Hrn. Tessier findet man in Hrn. Arago's Aufsatz über den Hagel. (Ann. Bd. XIII S. 349.)

über die Gemeinden Gelles, Proudines, St. Pierre-le-Chastel, St. Oure und Roure ungeheure Schlossen aus, welche in wenigen Augenblicken den Boden drei Zoll hoch bedeckten. Um zwei Uhr fielen wahre Eisstücke (*glaçons*) auf die hinter dem Puy-de-Dôme sich ausbreitende Lava, und zerschellten an den Ecken des vulkanischen Gesteins. Bald hernach ging die Wolke an dem Puy-de-Dôme hinweg, verwüstete die Gemeinde Arcines, und zwischen $2\frac{1}{4}$ und $2\frac{1}{2}$ Uhr endigte es seine unglückselige Reise über Clermont und Montferrand. So hatte denn die Gewitterwolke innerhalb vier und einer halben Stunde einen Weg von ungefähr neunzig Lieues zurückgelegt.«

Bemerkenswerth ist, dafs die Gröfse des Hagels während der ganzen Dauer des Meteors im Zunehmen begriffen war. Im Dep. Charente-Inferieure fielen wenige und fast kugelförmige Hagelkörner. Im Dep. Haute-Vienne war die Anzahl und das Volum derselben schon beträchtlicher, aber erst bei Aubusson erlangten sie die Gröfse, in welcher man sie bei Clermont auflas.

Die Wolke, aus welcher dieser Hagel herabkam, ging nicht sehr hoch. Man kann sogar ihre Höhe mit einer gewissen Genauigkeit angeben, da man weifs, dafs der grofse Puy-de-Dôme keinen Hagel empfing, wohl aber in reichlicher Menge der kleine, der 1200 Meter hoch ist.

Zu Clermont, im botanischen Garten, fanden die HH. Bouillet und Lecoc nach dem Gewitter viele Schlossen unverletzt, grofs wie ein Hühnerei, einige sogar von der Gröfse eines Trutenei. Sie alle hatten eine ellipsoidische Gestalt, und waren, gegen die *beiden Enden* ihrer grofsen Axe hin, mit vielen Nadeln besetzt. Sie hielten 18 Linien und selbst 2 Zoll in Länge. Diejenigen Nadeln, an denen die Schmelzung noch nicht zu weit vorgeschritten war, liefsen noch Spuren von sechsseitigen Prismen mit sechsflächiger Zuspitzung erkennen.

Hr.

Hr. L. glaubt, die *gestachelten* Theile dieser Schlossen seyen die Pole ihrer Rotation gewesen. Einige Schlossen zeigten sogar an ihren Aequatorialregionen Nadeln, doch aber verhältnifsmäfsig wenig ausgebildete.

Am 2. August wurde die Gegend um Clermont abermals von einem Hagelwetter betroffen. Dieſs Mal befand sich Hr. L. in den Wolken selbst, die das Meteor erzeugten. Seine Beobachtungen zielen auf nichts weniger als auf einen gänzlichen Umsturz der berühmten Theorie von Volta [1]). Wir halten uns daher für verpflichtet, sie so zu geben, wie der Verfasser sie an Ort und Stelle niedergeschrieben hat, ohne ein einziges Wort daran zu ändern. Wenn man sich erinnert, dafs die Academie ganz neuerlich und zu zweien Malen, die Theorie des Hagels zum Gegenstand ihres grofsen mathematischen Preises auserwählt hat, und dafs sehr geschickte Physiker die Schwierigkeiten des Problems nicht zu überwältigen vermochten, so wird man sich nicht über die Länge dieses Auszugs verwundern.

»Ich ging, sagt Hr. L., um sechs Uhr Morgens fort, und begab mich auf die Hochebene, welche die Stadt im Westen beherrscht. Ich suchte die Gränzen des Hagels vom 28. Juli auf, verfolgte den Umrifs des verwüsteten Landes, um zu bestimmen, welche Gestalt die hagelnde Wolke gehabt habe. Um zehn Uhr, bei herrlichem Wetter und dem brennendsten Sonnenschein, langte ich am Fufs des Puy-de-Dôme an.«

»Weifse Wolken breiteten sich über dem Mont-Dore aus, allein der Puy-de-Dôme stand herrlich vor reinem Himmelsblau. Hirten, welche ich über die Wirkungen des Hagels vom 28. befragte, riethen mir, schleunigst auf das Dörfchen la Baraque zu zueilen, wenn ich dem Ungewitter entgehen wolle, dafs, ihrer Meinung nach,

1) Bei dieser Gelegenheit sey hier bemerkt, dafs es, nach einer Angabe des Hrn. Rüppel, in Abessinien oft hagelt, aber *nie* bei Gewittern. (*Compt. rend.* 1836, *pt. I p.* 29.)

unfehlbar bald über uns hereinbrechen werde. Die Hoffnung aber, eine dieser prachtvollen Scenen, deren Schauplatz die Atmosphäre ist, im Detail zu sehen, bestimmte mich im Gegentheil, möglichst rasch den Gipfel des Puy-de-Dôme zu ersteigen, und so saſs ich bereits vor Mittag auf dieser ungeheuren Pyramide, einen unermeſslichen Horizont überschauend. Der seit dem Morgen herrschende Westwind hatte bald einige Wolken herbeigeführt, die einige Meter hoch über meinem Kopfe fortzogen; allein die Sonne erschien nochmals wieder. Hierauf sah ich andere Wolken vom Mont Dore sich ablösen und auf mich zukommen, getrieben von einem ziemlich heftigen Südwind, den ich indeſs erst gegen ein Uhr empfand. Als ich sonach voluminöse Wolken in zwei Richtungen schiffen sah, zweifelte ich keinen Augenblick länger, daſs sich Hagel bilden würde, und meine Vermuthungen gingen bald in Wirklichkeit über.«

»So lange die beiden Wolkenschichten nicht übereinander schwebten, zeigte sich keine Spur von Hagel; die aus Süden heranziehenden, welche die niedrigeren waren, vereinigten sich zu kleinen Gruppen, die sich auf einander zu stürzen schienen, und dicke, schwarze, schwere Wolken bildeten, welche die Winde nur mit Mühe *fort*schoben. Indeſs rückten sie gegen Norden vor. Unterhalb verlängerte sich die Wolke zu einem ungeheuren Sack (*protubérance*); darauf schossen Ströme Regens aus ihr nieder, die sehr scharf begränzte Flächen überschwemmten. Nachdem die Wolke sich einer groſsen Masse Wassers entledigt hatte, und dadurch leichter geworden, wurde sie abermals vom Winde weiter geführt, bis sie am Horizont verschwand. Diese Erscheinung wiederholte sich mehrmals im Laufe einer Stunde; allein dann häufte der Westwind eine groſse Masse Wolken an, welche sich zu einem weiten Vorhang unter dem Himmelsgewölbe ausdehnten. Unter dieser Dampfschicht trieb der Südwind abermals weiſse Wolken mit Schnelligkeit heran. Auf

dem Gipfel des Puy-de-Dôme ward der Wind heftig und sehr kalt. Die untere Wolkenschicht war nicht gleichförmig wie die obere, sondern zusammengesetzt aus ungeheuren farbigen Flocken, welche in gleicher Richtung, aber in ungleichen Abständen und mit verschiedener Geschwindigkeit fortzogen. Von Zeit zu Zeit wurden sie durch Blitze sehr lebhaft beleuchtet, welche in Gestalt von Lichtfurchen von einer Flocke zur andern übersprangen. Zuweilen schien sogar ein langer Blitz in demselben Augenblick den ganzen Raum zwischen dem Puy-de-Dôme und dem Mont Dore zu durchzucken. Alles dieses trug sich in der unteren Dampfschicht zu. Niemals erblickte ich elektrische Funken in der Luftschicht zwischen den beiden Wolkenschichten. Weiterhin sah ich Hagel aus den unteren Wolken auf den Boden fallen; ich sah ihn deutlich funfzig Meter vom Gipfel des Puy-de-Dôme und mir gerade gegenüber. Die Wolke, welche ihn ausschüttete, war an ihren Rändern gezähnt, und zeigte daselbst eine schwer zu beschreibende Wirbelbewegung. Es schien, als würde jedes Hagelkorn durch eine elektrische Abstofsung fortgetrieben; die einen *entwichen nach unten, die andern nach oben.* Endlich flogen sie in allen Richtungen fort, und unzweifelhaft würden sie in unzählig vielen Richtungen den Boden erreicht haben, wenn der Südwind, unterhalb des Westwindes, sie nicht alle nach Norden getrieben hätte. Nachdem diese ungewöhnliche Bewegung, an der blofs die vorderen Ränder der Wolken Theil zu nehmen schienen, fünf bis sechs Minuten gedauert hatte, hörte der Hagel auf, die Ordnung stellte sich wieder her, und die Hagelwolke, welche nicht aufgehört hatte sehr rasch vorzurücken, setzte ihren Weg nach Norden fort, dabei in der Ferne einige Striche Regen zeigend, welche kaum den Boden erreichten, sondern sich in der unteren Schicht der Atmosphäre aufzulösen schienen.

Ich erwartete eine zweite Scene, wie die, welcher

ich eben mit beigewohnt hatte, als die ganze untere Wolkenschicht, die mit einem ihrer Ränder den Gipfel des Puy-de-Dôme berührte, von einem ungeheuren Blitz erleuchtet ward. Ich glaubte mich auf ein Mal in ein lebhaftes Licht versetzt, und spürte ein allgemeines Unwohlseyn, welches vielleicht keine andere Ursache hatte, als den Schreck, welcher mich befiel. Ich stieg den Puy-de-Dôme mit grofser Schnelligkeit hinab, und, fürchtend, dafs ich vom Hagelwetter oder wenigstens vom Regenschauer betroffen werden möchte, suchte ich einen Zufluchtsort in einer Grotte am Fufs des Puy-de-Côme, die mir wohl ehedem Schutz gewährt hatte. Da der Gipfel des Puy-de-Dôme in die Gewitterwolke eingehüllt worden, so würde ein längeres Verweilen daselbst unvorsichtig gewesen seyn.«

»Nachdem ich mir die Richtung des Gewitters gemerkt, und mich einen Augenblick von meiner Ermüdung und meinem Schrecken erholt hatte, erstieg ich den Puy-de-Côme, ein vortreffliches Observatorium, welches mich wieder den Wolken näher brachte. Es war zwei Uhr, und der Zustand des Himmels liefs abermalige Regengüsse besorgen, welchen ich entgehen wollte. Ich begab mich also zu dem Puy-des-Goules, eine kleine Lieue vom Puy-de-Côme, und stieg um drei Uhr an einem seiner Abhänge hinauf. Der Himmel befand sich fast in demselben Zustand; die beiden Wolkenschichten waren noch vorhanden, und sehr kalter Südwind wehte noch auf den Abhängen des Berges. Er führte eine neue anscheinend sehr beladene Hagelwolke herbei, von welcher ich innerhalb fünf Minuten umgeben ward. Der *Hagel* fiel dicht und die gröfsten Körner erreichten kaum das Volum einer Haselnufs; sie bestanden aus concentrischen, mehr oder weniger durchsichtigen, runden oder schwach ovalen Schichten; sie besafsen eine grofse horizontale Geschwindigkeit; allein die Anziehung des Berges schien sie etwas abzulenken (? — *P.*), und mehre fielen auf

dessen Abhängen nieder. Sehr viele trafen auch mich, ohne mir indefs das geringste Leid zuzufügen, und sogleich, wie sie mich berührt hatten, fielen sie nieder. Der gröfste Theil der Wolke ging über meinem Kopfe weg, und ich hörte deutlich das Pfeifen (*sifflement*) der Hagelkörner oder vielmehr ein verworrenes Geräusch, entstehend aus einer Unzahl partieller Geräusche, welche ich nur dem Reiben der einzelnen Hagelkörner an der Luft zuschreiben konnte. Die Wolke, welche über meinem Kopfe fortzog, und in welcher der Hagel fertig gebildet vorhanden war, liefs diesen erst eine halbe Lieue jenseits meines Standpunkts niederfallen. Eine kleine Portion davon fiel indefs auf den Nord-Abhang des Berges, welcher den Gang der Wolke aufhielt, und ich konnte eine gewisse Anzahl Hagelkörner in einer Flasche sammeln. Bei Prüfung des daraus entstandenen Wassers erhielt ich eine sehr merkliche Trübung mit salpetersaurem Silber und salpetersaurem Baryt.«

»Alle Hagelkörner besafsen eine sehr rasche Rotationsbewegung, aber in verschiedenem Sinne, so weit ich diefs aus der Bewegung bei ihrem Fall auf den möglichst horizontal gehaltenen Deckel meines Huths beurtheilen konnte. Es kamen noch mehre andere mit Hagel beladene Wolken aus Süd, und es hagelte noch ununterbrochen eine Stunde lang bis vier Uhr, bald hie, bald da, auf dem ganzen Landstrich vom Mont Dore bis jenseits Riom und Volvic.«

»Zwischen 4 und 5 Uhr hörte der Hagel auf, die Wolken bildeten nun nicht mehr als eine einzige Schicht; allein sie zeigten noch oft die von mir am Morgen beobachteten Erscheinungen, d. h. sie gruppirten sich und schütteten bei Blitzesschein eine ungeheure Menge Wasser aus. Der Südwind hatte aufgehört, der West blies allein und verjagte diese furchtbaren Tromben.«

## VI. *Ueber die Spuren einer sehr grofsen urweltlichen Fluth* [1]).

Sefström hat das geologische Phänomen, welches mit der Bildung unserer Åsar und der darin vorhandenen Gerölle zusammenhängt, näher studirt. Die lang gedehnten Höhenzüge, welche wir Åsar nennen, und die aus Anhäufungen abgerundeter Steine von verschiedener Gröfse gebildet sind, scheinen Schweden und Finnland eigenthümlich zu seyn, wenigstens findet man ihrer von Geologen anderer Länder nicht erwähnt. Ein solcher Ås erstreckt sich neben dem Nordthor bis in Stockholm, wo die Sternwarte auf demselben steht, und ehemals reichte er, unter dem Namen Brunkeberg, bis zum Mälar-See herab ist aber in letzter Zeit abgegraben und fortgefahren. Sie werden an mehren Stellen in Schweden angetroffen, und oft sieht man sie, mit kurzer Unterbrechung, dicht und in derselben Richtung, von Nord nach Süd mehre Meilen weit aufeinanderfolgen, ein Umstand, welcher veranlafst, diese einzelnen Åsar als Fortsetzungen eines und desselben zu betrachten.

Sefström hat bemerkt, dafs man fast überall, wo man die Oberfläche vom Urgebirge gereinigt, und die Sand- und Erddecke gut mit Wasser forgespült hat, nicht nur Spuren von Abnutzung findet, sondern auch eine Unzahl tiefer Furchen oder gerader Riefen, welche alle einander parallel laufen, und zwar in der Richtung von Nord nach Süd.

1) Diese, aus Berzelius Jahresbericht, No. 16 p. 381, entlehnte Notiz ist nur als eine vorläufige Anzeige der ausführlichen Abhandlung zu betrachten, die von Hrn. Prof. Sefström nächstens in den Abhandlungen der Stockholmer Academie erscheinen wird. *P.*

Diese Erscheinung, welche bisher von den Geologen wenig beachtet worden ist, hat Sefström zuerst in der Nähe von Fahlun verfolgt, später auch in mehren Gegenden des schwedischen und gothischen Reichs. Dabei hat er mit guten Instrumenten und mit der äufsersten Aufmerksamkeit auf alle hieher gehörigen Umstände die Richtung dieser Furchen auf verschiedenen Theilen eines und desselben Berges, und auf verschiedenen Bergen in derselben Landschaft bestimmt. Dadurch hat er ausgemittelt, dafs die Furchen, wo sie sich finden, unter sich parallel sind, ganz wie wenn sie durch Hinscharren von Steinen quer auf der Oberfläche der Berge entstanden wären. Die Richtung derselben geht im Allgemeinen von Nord nach Süd, aber nicht allemal in verschiedenen Landschaften, sondern weicht auch auf demselben Berg um eine gröfsere oder geringere Zahl von Graden davon ab, zuweilen nach Ost, zuweilen nach West.

Wenn man die Resultate der ausgedehnten Untersuchungen mit einem allgemeinen Blick umfafst, so scheinen sie zu folgendem Schlufs zu führen. Eine allgemeine Fluth, welche in ihrer Masse eine unzählbare Menge von gröfseren und kleineren Steinen, von Grand und Sand mit sich führte, mufs in der Richtung von Nordost nach Südwest über Skandinavien hinweggegangen seyn. Sie hat sich mit grofser Schnelligkeit fortgewälzt, und auf ihrer Fahrt die Nordseiten aller festen Gegenstände abgeschliffen und abgerundet, so dafs daselbst keine scharfen Kanten und Ecken übrig blieben; sie hat durch Hinwegschleppen von Steinen über die Rücken und auf den Ost- und West-Abhängen der Berge die daselbst befindlichen Furchen gebildet. Durch ihre hastige Fahrt hat sie diese Steine in einer Art von Bogen hinter die Südseiten geworfen, welche sie daher nicht so abnutzen und furchen konnte, vielmehr haben diese ihre scharfen Kanten und Ecken behalten, und man kann auf ihnen keine Furchen entdecken, wenn anders diese Abhänge nicht sehr

flach geneigt waren. Man kann hinter solchem Südabhang die Stelle sehen, wo die Geschiebe von dem oberen Theile herabgeworfen wurden, erkennbar an der tieferen Abnutzung daselbst. Die Abweichung in der Richtung der Furchen an der Seite der Berge ist allzeit so beschaffen, wie sie seyn mufs, wenn die Richtung der Fluth, durch den Widerstand des Berges, an der Ostseite nach der Linken, und an der Westseite nach der Rechten abgelenkt worden wäre. Bei Vergleichung der Furchen-Richtungen in verschiedenen Gegenden findet man eben so, dafs die Höhenzüge, je gröfser, höher und breiter sie sind, um ihre Abhänge, die Fluth in ähnlicher Weise abgelenkt haben; allein obenauf hat die Fluth immer ihre ursprüngliche Richtung behalten. Diese Fluth hat immer eine Menge loser Felsen von älteren und jüngeren Formationen ganz zertrümmert und weit fortgeführt. Wir wissen z. B. dafs von der Uebergangsformation in Westgothland grofse Strecken fortgerissen worden sind, von welchen an den aus dieser Formation aufgestiegenen Trappmassen, die der Gewalt der Fluth widerstanden, noch deutliche Ueberreste angetroffen werden. Auch auf diesen hat Sefström die Furchen der darauf hinweggescharrten Steine wahrgenommen.

So weit man aus den bisher angestellten Beobachtungen schliefsen kann, hat die von der Fluth fortgeschwemmte Steinmasse wenigstens eine Höhe von 1500 Fufs gehabt, denn auf Bergen höher als 1500 Fufs finden sich keine Furchen mehr. Die Zeit dieser Fluth scheint, nach geologischer Zeitrechnung, offenbar entweder mit der des Diluviums zusammenzufallen oder möglicherweise etwas jünger als diese zu seyn. Aber sie ist älter als die Verbreitung der Geschiebe, d. h. der losen Felsblöcke, welche in so grofser Menge auf der Erdoberfläche verbreitet liegen, denn diese Blöcke, wenn sie bei Äsarn vorkommen, liegen immer auf denselben, häufig nahe am Kamm derselben.

Die Äsar bildeten sich immer, wie es scheint, an der Leeseite, d. h. an der Südseite hoher Gegenstände, welche die Kraft des Stromes so brachen, dafs das Geröll sich hinter ihnen ablagern konnte. Durch welche Kraft der Strom in Bewegung gesetzt ward, ist zu vermuthen unmöglich. Die Richtung zeigt, dafs es nicht die Rotation der Erde war gegen eine flüssige Masse, welche die Rotationsgeschwindigkeit noch nicht angenommen hatte.

Sefström glaubt, dafs die *Riesentöpfe* [1]) eine Folge

1) Die Riesentöpfe (Schwedisch: *Jättegryttor*), deren schon Bergmann in seiner Weltbeschreibung, Bd. II 3. 193 gedenkt, sind kesselförmige, glattwändige Vertiefungen in festem Gestein, welche an mehren Punkten Skandinaviens in jetzigen und ehemaligen Flufsbetten, so wie auch an der Küste auf dem Meeresboden angetroffen werden, und zuweilen eine solche Gröfse haben, dafs mehre Personen darin Platz finden. Zu ihrer Entstehung scheint ursprünglich blofs ein entweder seitwärts an einem Vorsprung aus sehr hartem Fels gebrochener, oder von einer beträchtlichen Höhe herabstürzender Wasserstrom Anlafs gegeben zu haben; Steine, welche sich in den auf diese Weise gebildeten Vertiefungen sammelten und von dem Strom eine sehr lange Zeit in unaufhörlicher Bewegung gehalten wurden, haben dann sichtlich das Werk der Auswaschung und Ausschleifung vollendet. Näheres über diese, hinsichtlich ihres Vorkommens oft sehr merkwürdigen Gebilde haben wir von der ausführlichen Abhandlung des Hrn. Prof. Sefström zu erwarten, dessen mündlicher Mittheilung ich auch diese Notiz verdanke.

Aus gleicher Quelle glaube ich hier noch bemerken zu dürfen, dafs die Åsar immer an ihrem Nordende, und nur da, festes anstehendes Gestein zeigen, eine Erscheinung die eben, in der Annahme einer gewaltigen Fluth aus Norden, zu dem Schlufs geführt hat, dafs es diese Felsen waren, welche, indem sie hinter sich Schutz vor der Fluth gewährten, zur Anhäufung der schmalen und lang gedehnten Schutthügel Anlafs gaben. In Verbindung hiemit verdient noch hinzugefügt zu werden, dafs, nach Hrn. Prof. S., ein Ås selten länger ist als eine halbe Meile, und dafs, wenn ein solches länger erscheint, diefs eine Folge davon ist, dafs am Ende desselben ein neuer Ås anfängt, und in gleicher Richtung, von Nord nach Süd, fortsetzt, aber nicht genau in der Verlängerung des ersten, sondern etwas zur Seite dessel-

der Wirksamkeit dieses Stromes sind, und er schliefst aus der Zeit, die zu deren Bildung nöthig war, dafs dieser Strom eine sehr lange Dauer hatte, ehe das Gleichgewicht auf dem Erdball zu Stande kam. Es ist noch nicht bekannt, ob Etwas unseren Åsarn und den Furchen auf unseren Bergen Entsprechendes in andern Ländern gefunden werde; allein wahrscheinlich hat ein so gewaltsamer Vorgang sich nicht auf einem nur geringen Theil der Erdoberfläche eingeschränkt.

## VII. *Ueber die Entwicklung des Schwadens (grisou) oder Kohlenwasserstoffgases in Steinkohlengruben.*

Die *Transactions* der Gesellschaft für Naturgeschichte von Northumberland, Durham und Newcastle upon Tyne enthalten einen Aufsatz, in welchem Hr. John Buddle eine Beobachtung mittheilt, die wir — so heifst es in den *Compt. rend.* 1836, *I*, *p.* 323 — im Interesse der Menschheit glauben schleunigst bekannt machen zu müssen. Nach diesem berühmten englischen Ingenieur ist die Wahrscheinlichkeit schlagende Wetter in den Steinkohlengruben, welche an der Entwicklung von Kohlenwasserstoffgas leiden, sehr grofs bei *niedrigem Barometerstande;* dagegen findet man kaum wahrnehmbare Spuren

ben. Diese Beobachtungen, die eine weit deutlichere Vorstellung von den Åsarn gewähren, als man aus Lyell's Schilderung (S. 87 dieses Bandes) entnehmen kann, machen auch zugleich klar, warum man die Åsar nicht überall antrifft; sie konnten sich nämlich nur dort erzeugen, wo der Boden isolirte Felsen von grofser Härte und Festigkeit als Schutzwehr gegen die Fluth und als Sammelplatz für die von dieser mit fortgeschwemmten Geröllmasse darbot. *P.*

von brennbarem Gas in diesen Gruben, sobald die Quecksilbersäule sehr hoch steht.

»Die Ursache dieses Schwankens in der Gasentwicklung, sagt Hr. B., liegt am Tage. Ist der Druck der Atmosphäre gleich der Spannkraft des in den Poren und Rissen enthaltenen Kohlenwasserstoffgases, so halten die beiden elastischen Flüssigkeiten einander das Gleichgewicht. Wenn aber die Dichtigkeit der Atmosphäre abnimmt, wird das Gleichgewicht zerstört. Die Spannkraft des Gases bekommt die Oberhand, und es entweicht. Ich habe indefs bemerkt, dafs die Zunahme in der Entwicklung des Gases dem Falle des Barometers gewöhnlich um einige Augenblicke vorauseilt, ohne Zweifel wegen Empfindlichkeit der Wage.«

Die Explosion, welche am 21. Oct. 1821 in der Grube Walls-end 52 Menschen tödtete, geschah als das Barometer nur 28,8 Zoll engl. ($0^m,731$) zeigte.

Wir haben nicht die Absicht Hrn. Buddle's Theorie der intermittirenden Entwicklungen des Kohlenwasserstoffgases hier zu zergliedern; und demnach brauchen wir nicht zu untersuchen, ob der atmosphärische Druck zugleich einige Abänderung in der Thätigkeit der Ventilation der unterirdischen Gallerien herbeiführen könne. Unsere Absicht geht allein dahin, die Aufmerksamkeit der Besitzer von Steinkohlengruben auf eine Meinung zu lenken, welche durch die lange Erfahrung des Hrn. Buddle eine reelle Wichtigkeit erlangt. Bestätigt sich diese Meinung durch fernere Beobachtungen, so wird sie den Grubenherrn die Tage anzeigen, wo sie über die unglücklichen Arbeiter, die sich gegen den Gebrauch der Davy'schen Lampe sträuben, eine erhöhte Aufsicht führen müssen.

Ich entferne mich nicht zu sehr vom Gegenstande dieser Note, wenn ich bemerke (vermuthlich ist es Hr. Arago, der spricht. *P.*), dafs die Seeleute an der neapolitanischen Küste behaupten, in der Höhe und Lebhaftigkeit der entflammten Aushauchung des Vulcans auf

Stromboli fast sichere Anzeigen von Wetterveränderungen zu finden [1]).

Veranlafst durch diese Notiz hat ein Hr. Combes in einem späteren Hefte der *Compt. rend.* (1836, *pt. I p.* 509) einige verwandte Erfahrungen veröffentlicht, aus welchen wir hier noch das Wesentlichste mittheilen wollen. Er hat nämlich die Beobachtung gemacht, dafs der Druck unter welchem das brennbare Gas sich aus den Steinkohlenschichten zu entwickeln anfängt, nicht gleich ist in allen Gruben, und zuweilen mehr als das Doppelte des gewöhnlichen Drucks der Atmosphäre beträgt. Zu dieser Beobachtung gab eine, wegen ihrer schlagenden Wetter und der mehrfach durch sie angerichteten Unglücksfälle, verlassene Steinkohlengrube bei Firmini im Dep. Loire Veranlassung. In dieser Grube findet sich ein, bis zur Decke des in die Steinkohlenschicht getriebenen Stollen, wenigstens 75 Meter tiefer Schacht, der bis 21 Meter unter Tage mit Wasser gefüllt war. Der übrige Theil enthielt nur gewöhnliche Luft und keine Spur von Kohlenwasserstoffgas. Als nun der Schacht bis 63 Meter unter Tage ausgepumpt ward, wobei die Decke des Stollen noch 12 Meter unter Wasser blieb, drang das brennbare Gas mit einem lauten Geräusch durch die Wassersäule empor, und machte die darüber stehende Luft im Schacht in solchem Grade explosiv, dafs sogleich, als zwei Arbeiter sich mit einer gewöhnlichen Lampe hinuntergewagt hatten, eine Verbrennung eintrat, die nur dadurch nicht sehr gefährlich wurde, dafs sie sich auf die obersten Gasschichten beschränkte. Die Gasentwicklung durch das Wasser hin dauerte übrigens mehre Monate,

1) Auch an den Kohlensäure-Gasquellen, namentlich an der Dunsthöhle bei Pyrmont, hat man schon längst in Abhängigkeit von den Witterungsveränderungen ein Schwanken der Gasentwicklung bemerkt, das aller Wahrscheinlichkeit nach vom Luftdruck abhängen möchte (S. Nöggerath und Bischof in Schweigg Journ. Bd. XLIII S. 36).

ohne Unterbrechung und Schwächung. Der Stollen, aus welchen das Gas hervordrang, war nicht horizontal, sondern neigte vom Schachte abwärts etwa 18 bis 20° gegen den Horizont.

Hr. Combes hat auch die Bemerkung des Herrn Buddle bestätigt gefunden, dafs das brennbare Gas auf zweierlei Weisen vorkommt. Einmal findet es sich in den zahlreichen und sehr ausgedehnten Rissen des die Steinkohle begleitenden Gesteins, und dringt aus diesen ununterbrochen heraus, je nach der Gröfse des Luftdrucks, mehr oder weniger reichlich. Dann füllt es auch, entweder in der Steinkohlenschicht selbst oder in dem umgebenden Gestein, geschlossene Höhlen (von den engl. Bergleuten *bags of foulness* (Schmutzsäcke) genannt), aus welchem es plötzlich entweicht, wenn man beim Abbauen der Steinkohle solche Höhlen öffnet [1]). Diese letztere Art des Vorkommens ist die häufigere und zugleich die gefährlichere, weil dabei das Gas sehr plötzlich und in grofser Menge hervordringt, und solchergestalt Gruben, die einen Augenblick vorher ganz gefahrlos waren, mit einem sehr explosiven Gasgemeng erfüllt.

In der Steinkohlenschicht selbst findet man diese Höhlen, nach der von Hrn. Combes bestätigten Erfahrung des Hrn. Buddle, hauptsächlich in der Nähe der Punkte, wo die Schicht ihre Regelmäfsigkeit verliert, von einem kleinen oder grofsen Rücken (*par une petite faille, par un resserrement ou par la rencontre d'une grande faille ou dyke*) durchschnitten wird. Kohlenschichten,

1) Ein Unglück, welches sich in der Grube Jarrow zutrug, schreibt Hr. B. einem freiwilligen Zerspringen einer solchen mit comprimirtem Gas gefülltem Höhle zu. Nach der Explosion fand man wenigstens einen 180 Kubikfufs grofsen Steinkohlenblock wie abgesprengt aus der Decke des Stollens auf dem Boden liegen und über der Stelle, wo er gesessen hatte, fand man einen über 7 Fufs langen, mit pulverförmiger Steinkohle gefüllten Raum, der zu einem kleinen Rücken führte.

die niemals Gas ausgeben, kann dasselbe zuweilen in der Nachbarschaft solcher Bäcken entweichen; und wenn man auch nicht immer eigentliche Gasblähsen antrifft (wie in England in der Grube Jarrow), so sind doch die reichlichere Gasentwicklung und das gleichzeitige Mürbewerden der Steinkohlen unfehlbare Anzeigen von der Annäherung an Bäcken. In solchen Fällen räth Hr. C. Bohrlöcher in die Steinkohlen einzutreiben, und das herausdringende Gas entweder entweichen, oder, angezündet, langsam verbrennen zu lassen.

## VIII. *Einfluſs der Bewaldung auf Quellen und Regen.*

Bekannt ist, welchen Einfluſs die Bewaldung eines Landes auf den Feuchtigkeitszustand desselben ausübt. Folgende Notiz, von Hrn. Rivière in den *Compt. rend.* 1836, *pt. I p.* 358 mitgetheilt, liefert davon einen abermaligen Beweis. So lange, heiſst es in derselben, der District le Bocage, in der Vendée, bewaldet war, litten Felder und Wege sehr viel an Uebermaaſs von Wasser. Seit den vielen Urbarmachungen aber, die mit dem Jahre 1808 begannen, entbehren die Aecker oft der Wohlthat des Regens. Zu Bourbon-Vendée geben Springbrunnen und Pumpen zuweilen nur sparsam Wasser. Vor 1821 besaſs die Provence, und namentlich das Var-Departement, einen Reichthum an Bächen und Quellen. In diesem Jahre aber erfroren daselbst die Oelbäume, die durch ihre Menge gewissermaſsen Wälder bildeten, und im J. 1822 fing man an, diese Bäume bis auf die Wurzel abzubauen, wodurch dann das Land ganz kahl wurde. Von diesem Augenblick an versiegten die Quellen und der Ackerbau ward schwierig [1]).

1) Die im Poitou bemerkte Abnahme der Quellen (Ann. Bd. XXXVII

Ein Gegenstück hiezu bilden die folgenden Nachrichten, welche Marschall Marmont auf seiner neuerlichen Reise im Orient einzusammeln Gelegenheit fand. Ehemals, sagt derselbe, regnete es *niemals* in Cairo [1]), sehr selten und nur auf kurze Zeit in Alexandrien; er selbst, setzt er hinzu, könne aus eigener Erfahrung bezeugen, dafs es in letzterer Stadt, wo er zur Zeit der napoleonischen Expedition das Kommando führte, vom November 1798 bis Ende August's 1799 nur ein einziges Mal eine halbe Stunde lang geregnet habe. Jetzt aber sey es ganz anders. Es regne jedes Jahr an dreifsig bis vierzig Tagen, im Winter oft an fünf bis 6 Tagen hintereinander; er selbst habe jetzt daselbst einen dreistündigen Regen erlebt. Eben so verhalte es sich gegenwärtig mit Cairo; man hat jetzt daselbst im Winter funfzehn bis zwanzig Regentage. Die Ursache dieser grofsen Veränderung wird, nach Marschall M., in die unermefslichen Anpflanzungen gesetzt, welche der Pascha hat machen lassen; man schätzt die Zahl der Bäume, die auf seinen Befehl unterhalb Cairo gepflanzt worden sind, auf zwanzig Millionen.

Das Umgekehrte findet in Ober-Aegypten statt. Dort gab es, nach dem Zeugnifs bejahrter Einwohner (namentlich eines 122jährigen Greises), vor 80 Jahren noch ziemlich häufig Regen; seitdem aber die Araber die Bäume auf den Bergen an der Gränze des Nilthals, gegen Libien und Arabien hin, umhieben, haben die Regen aufgehört und die Wiesen sind verdorrt. Zum Belege, dafs Ober-Aegypten früher nicht so trocken war wie jetzt, führt Marschall M. noch an, dafs Pockoke sich ein-

S. 457), obwohl zunächst durch verminderte Regenmenge bewirkt, hat vermuthlich eine gleiche Ursache *P.*

1) Dafs diefs indefs nicht buchstäblich zu nehmen sey, meint Hr. Arago, gehe aus dem Reisewerke von Niebuhr hervor, welcher vom November 1761 bis Februar 1762 zwölf Regenschauer anführe und darunter einige ganz starke (im December allein sechs).

mal durch Regen in seiner Reise aufgehalten sah. (*Compt. rend.* 1816, *pt. 1 p.* 214.)

## IX. *Bemerkungen über die Abstammung des Bernsteins; von H. R. Göppert.*

Als ich im April dieses Jahres das Braunkohlenlager zu Muskau untersuchte, entdeckte ich, aufser einer Rhizomorpha und einer der Pyrenula nitida der Jetztwelt verwandten Flechte (des zur Zeit noch einzigen Repräsentanten dieser Familie in der Flora der Vorwelt), eine grofse Menge *Bernstein*, die in dem fossilen den Coniferen ähnlichen Holze theils eingesprengt in gröfseren Stücken, theils in den Harzgefäfsen selbst noch vorkommt. Ein hier von dem Alaunfabrik-Director Hrn. Kehlcher gefundener Zapfen steht dem von Pinus sylvestris am nächsten, weicht aber von einigen anderen sehr ab, die von Salzhausen in der Wetterau herstammen, und mir von Hrn. Keferstein zu literarischer Benutzung gefälligst mitgetheilt wurden. Sie gehören offenbar zur Gattung Abies, und enthalten zwischen und auf den Schuppen selbst noch eine grofse Menge Bernstein, dürften also mit noch gröfserem Rechte als die im Bernstein eingeschlossenen Zapfen für die des Bernsteinbaumes zu halten seyn. Exemplare der letzteren Art sind sehr selten, jedoch besitzen Hr. Dr. Behrendt in Danzig und Hr. Prof. Reich in Berlin jeder eines, die der Gattung Larix, wie schon Hr. Link von dem letzteren bemerkte, am nächsten stehen (Handbuch der physikalischen Erdbeschreibung, 2. Bd. 1. Abth. S. 333 bis 334), beide zu einer Art zu rechnen sind, nur rücksichtlich ihrer Gröfse von einander abweichen. Aufser diesen, sämmtlich in Braunkohlenformation vorkommenden, Bernstein liefernden Vegetabilien fand sich nun noch kürzlich in der von Rau-

Raumer zur Quadersandsteinformation gerechneten Kohle zu Wenig-Rackwitz, bei Löwenberg, deren Mittheilung ich dem Oberlehrer Hrn. Dr. Schneider in Bunzlau verdanke, Bernstein in Coniferen in Begleitung von Farren von tropischem Charakter, wahrscheinlich die erste Beobachtung dieser Art. Wenn also hieraus hervorgeht, dafs wir zunächst schon vier verschiedene Baumarten kennen, die Bernstein liefern (und gewifs dürfte sich die Zahl derselben bei aufmerksamer Untersuchung noch vermehren), so wird es mir immer wahrscheinlicher, *dafs der Bernstein nichts anderes als ein verändertes Harz verschiedener Bäume aus der Familie der Coniferen sey, welches aber nur deswegen in allen Zonen von gleicher Beschaffenheit gefunden wird, weil seine gewöhnliche Lagerstätte, die Braunkohlen, sich fast überall unter ähnlichen Umständen bildeten.*

## X. *Ueber Eupion.*

(Erwiederung.)

Hr. H. Hefs zu Petersburg hat meine Rechtfertigung des Eupions gegen seine Anfechtungen dadurch zu entkräften gesucht, dafs er mit allerlei Redewendungen und aus dem Zusammenhange gerissenen Stellen mich persönlich zu verletzen sich bestrebte. Dabei ist er auf eine Menge Nebendinge abgesprungen, die Hauptsätze aber, um die es sich handelte, hat er übergangen, wie Jedermann sieht, der sich etwa die Mühe nehmen will, unsere beiden Aufsätze zu vergleichen. Mit Witzworten kann man wohl Diejenigen, die gerne lachen, belustigen, wie denn auch ich seine Wortspiele recht ergötzlich gefunden; allein erledigt wird dadurch nichts. Wie leicht Klopffechterei mit derlei Waffen ist und wie wenig es

mir schwer fallen möchte in seiner Weise ihm zu entgegnen, mag ein einziges Beispiel statt Aller zeigen: In seiner ersten Abhandlung sagt er, ich habe das bis dahin so dunkle Feld der trocknen Destillation *gelichtet*; in seiner zweiten endigt er damit, mir anzudeuten, ich habe es durch meine Behandlung erst recht *verdunkelt* u. s. w. Auf solche Aeufserungen werde ich nicht antworten; statt aller Weiterungen werde ich aber Hrn. Hefs bitten auf der Klinge zu bleiben: auf dieser hat er gegen mich seine Behauptung zu bewähren, dafs Bergnaphtha ein Product der trocknen Destillation überhaupt sey, und entweder seinen Satz zu beweisen, dafs Eupion nach meiner Darstellungsart ganz oder theilweise aus Bergnaphtha bestehe, — denn diefs ist es, um was es sich im Wesentlichen hier handelt; — oder aber er hätte, wofern er solchen Beweis herzustellen nicht im Stande seyn wird, besser gethan den Streit zu unterlassen.

Blansko, Mitte Septembers 1836.

Dr. Reichenbach.

## XI. *Berichtigung, veranlafst durch einen Aufsatz des Hrn. Prof. Osann.*

»In einem neuerlich veröffentlichten Aufsatz über die Ergänzungsfarben (Siehe Poggendorff's Annalen, Band XXXVII S. 287) erhebt Hr. Osann einige Einwürfe gegen meine Erklärung von den zufälligen Farben. Dieser Theil von Hrn. Osann's Aufsatz enthält, was meine Arbeit betrifft, solche Unrichtigkeiten, dafs sie dieselbe unverständlich machen und ungereimt erscheinen lassen. Sie sind zu auffallend, als dafs ich nöthig hätte sie hier im Einzeln zu bezeichnen; allein da Hr. Osann nicht angegeben, aus welcher Quelle er seine Kenntnifs von meiner Theorie geschöpft hat, so will ich diese Lücke er-

gänzen, um den Leser selbst in den Stand zu setzen, meine Arbeit, wie ich sie gemacht, mit der zu vergleichen, welche er mir zuschreibt.«

»Eine allgemeine Idee von meiner Theorie findet sich in den *Annales de chimie et de physique* (*Août* 1833, *T. LIII p.* 386); diese Notiz ist in dem Journal des Hrn. Poggendorff (Bd. XXXII, 1834, S. 543) getreu übersetzt, und es ist einer dieser Artikel, welche Hr. Osann gelesen hat. Seitdem hat die Brüsseler Academie in dem achten Volum ihrer Denkschriften den ersten Abschnitt einer Abhandlung über denselben Gegenstand bekannt gemacht, und diese Arbeit ist späterhin in die *Annales de chimie et de physique* (*Avril* 1835, *T. LVIII p.* 337) eingerückt worden.«

Brüssel, 11. August 1836.

J. Plateau.

## XII. *Vermischte Notizen.*

1) *Südlicht?* — In den *Comptes rendus*, 1836, *pt. I p.* 329, wird eine von Hrn. Lafond am Bord der Brigg Le Candide in der südlichen Halbkugel (45° Breite und der Länge des Centrums von Neuholland, am 14. Januar 1831) gemachte Beobachtung eines Polarlichts mitgetheilt, welche deshalb bemerkenswerth ist, als dabei das Meteor, ungeachtet der südlichen Breite des Standpunkts, im Norden des Zeniths gesehen wurde. Um zwei Uhr in der Nacht hatte es seine gröfste Ausdehnung erreicht, und es umfafste dann den ganzen Theil des Himmels zwischen NNO. und NW. des Kompasses, von 20° über dem Horizont bis zu 10° und 15° jenseits des Zeniths (also nach Süden?) — Es wird dabei hinzugefügt, zu derselben Zeit habe die Abweichungsnadel in Paris einen sehr unregelmäfsigen Gang gezeigt. [Dieser Um-

stand, die Jahreszeit und die Himmelsgegend machen es wohl wahrscheinlich, dafs das Phänomen eher den Nordlichtern, als den Südlichtern beizuzählen sey. Warum sollten nicht auch Nordlichter zuweilen in der südlichen Halbkugel sichtbar seyn können? *P.*] [1])

2) *Jährliche Regenmengen in Genf und auf dem grofsen St. Bernhard:*

| | Genf 46° 12′ N. Br. 3° 49′ O. L. v. Paris. Meereshöhe 208,77 Tois. | | Gr. St. Bernhard Meereshöhe 1278 Tois. | |
|---|---|---|---|---|
| | Zoll | Lin. | Zoll. | Lin. |
| 1826 | 21 | 6,82 | 47 | 10,08 |
| 1827 | 33 | 2,83 | 62 | 5,08 |
| 1828 | 28 | 8,56 | 31 | 6,39 |
| 1829 | 34 | 7,41 | 54 | 6,22 |
| 1830 | 32 | 3,42 | 46 | 0,23 |
| 1831 | 34 | 2,46 | 57 | 4,74 |
| 1832 | 19 | 4,89 | 31 | 6,39 |
| 1833 | 27 | 8,64 | 68 | 6,15 |
| 1834 | 22 | 10,24 | 55 | 5,58 |
| 1835 | 26 | 10,94 | 60 | 0,05 |
| | Zoll | Lin. | Zoll | Lin. |
| Mittel | 28 | 2,46 | 51 | 6,28 |

Genf. Gesammtmittel v. 1796—1835 = 28 Z. 6,17 L. Par. M.
Bernhard. - - 1818—1835 = 55 - 7,49 - - -
(*Biblioth. univers. T. LX p.* 449.)

1) Als Beweis, dafs in gegenwärtiger Zeit, wo im Ganzen Nordlichter bei uns zu den Seltenheiten gehören, dieselben doch auch mitunter in ziemlich niederen Breiten gesehen werden, mag hier bemerkt seyn, dafs Hr. Valz am 18. Nov. 1835 ein recht deutliches in Nimes (43° 40′ N. Br.) beobachtet hat. Von $9^h$ bis $10^h$ Ab. zeigte sich nahe am Horizont ein strahlender Punkt, von dem rothe Strahlen, ohne Lichtbogen, bis zum Zenith heraufreichten. Es ist diefs dasselbe Nordlicht, welches in England gesehen wurde, und in Paris auf die Magnetnadel wirkte. (*L'Institut, No.* 137 *p.* 409. — S. Ann. Bd. XXXVII S. 464.)

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

## Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Mai 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 33,60 | 33,52 | 33,25 | + 2,2 | + 8,2 | + 6,8 | + 7,1 | + 7,9 | ONO. | O. | O. | v. | bd. | bd. |
| 2 | 34,06 | 34,35 | 34,13 | + 5,4 | +13,7 | + 6,8 | +12,0 | +13,6 | NO. | O. | O. | bd. | bd. | ht. |
| 3 | 33,93 | 33,70 | 33,49 | + 6,6 | +17,7 | +11,8 | +15,7 | +17,6 | O. | O. | O. | ht. | w. | w. |
| 4 | 36,13 | 36,11 | 35,90 | + 5,9 | +16,4 | +12,3 | +14,6 | +16,1 | O. | O. | SO. | ht. ht | ht. | ht. |
| 5 | 36,67 | 36,54 | 36,24 | + 4,6 | +15,1 | + 9,6 | +14,5 | +14,4 | ONO. | ONO. | NO. | ht. | ht. | ht. |
| 6 | 38,31 | 38,38 | 38,33 | + 5,8 | +11,0 | + 7,6 | +10,7 | +11,0 | NO. | NO. | NO. | ht. | ht. | ht. |
| 7 | 38,94 | 38,62 | 38,07 | + 2,7 | +12,0 | + 7,2 | + 9,6 | +11,4 | NVV. | VVNVV. | NVV. | ht. | ht. | ht. |
| 8 | 37,74 | 36,91 | 36,07 | + 4,4 | +13,3 | + 9,5 | +12,3 | +12,7 | SVV. | VV. | VV. | ht. | ht. | v. |
| 9 | 37,18 | 37,02 | 36,71 | + 0,5 | + 7,0 | + 4,3 | + 5,8 | + 6,2 | NO. | NO. | NVV. | bd. | bd. | bd. r. |
| 10 | 37,41 | 37,52 | 38,35 | + 0,7 | + 6,5 | + 4,3 | + 6,2 | + 5,8 | NO. | NO. | NO. | v. | w. | v. |
| 11 | 37,64 | 37,19 | 36,66 | 0,0 | +10,7 | + 5,4 | + 8,0 | + 9,7 | VV. | VV. | VV. | bd. | ht. | ht. |
| 12 | 37,37 | 37,49 | 37,43 | + 3,9 | +10,7 | + 8,0 | + 9,7 | + 9,0 | VVNVV. | NVV. | NVV. | ht. | bd. | bd. |
| 13 | 38,34 | 38,48 | 38,64 | + 5,1 | +15,0 | +10,4 | +13,3 | +14,7 | NVV. | NO. | NO. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 14 | 39,13 | 38,91 | 38,47 | + 6,8 | +15,2 | + 9,4 | +13,2 | +14,0 | NVV. | NVV. | NVV. | ht. | v. | v. |
| 15 | 39,50 | 39,69 | 39,94 | + 5,9 | +12,5 | + 9,2 | +11,7 | +11,8 | NNVV. | N. | N. | w. | w. | v. |
| 16 | 41,47 | 41,15 | 40,88 | + 2,7 | +14,7 | +10,4 | +13,7 | +13,6 | N. | NVV. | NVV. | ht. | v. | bd. |
| 17 | 40,41 | 40,48 | 40,12 | + 8,4 | +14,8 | + 9,7 | +12,8 | +13,4 | N. | NVV. | NVV. | bd. | v. | ht. |
| 18 | 38,82 | 38,35 | 37,80 | + 7,1 | +14,3 | + 9,2 | +12,8 | +13,9 | NVV. | NVV. | NVV. | bd. | ht. | ht. |
| 19 | 38,27 | 38,01 | 37,66 | + 6,0 | +13,1 | +17,8 | +11,0 | +12,7 | NVV. | NVV. | NVV. | ht. | ht. | ht. |
| 20 | 37,18 | 36,63 | 36,00 | + 4,5 | +15,9 | +11,7 | +14,5 | +15,2 | NVV. | N. | VV. | ht. | ht. | ht. |

## (Mai 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 34,83 | 34,75 | 34,65 | + 6,1 | +11,8 | +11,0 | +10,3 | + 9,3 | VV. | NVV. | NVV. | bd. | v. | bd. |
| 22 | 36,38 | 36,63 | 36,54 | + 2,5 | +10,9 | + 7,2 | + 8,8 | +10,7 | NVV. | NVV. | NO. | bd. | bd. | ht. |
| 23 | 36,55 | 35,79 | 35,45 | + 3,6 | +14,9 | + 9,7 | +13,2 | +14,7 | SO. | ONO. | SO. | ht. | ht. | ht. |
| 24 | 36,94 | 35,08 | 35,08 | + 8,0 | +13,8 | + 8,3 | +11,6 | +12,9 | N. | N. | NNVV. | bd. r. | bd. | v. |
| 25 | 36,30 | 36,28 | 36,00 | + 3,5 | +12,3 | + 8,8 | +10,5 | +10,3 | VVNVV. | NVV. | NNVV. | ht. | w. | bd. |
| 26 | 38,40 | 38,63 | 38,43 | + 2,2 | + 9,2 | + 6,3 | + 6,0 | + 9,2 | N. | N. | NO. | w. | v. | v. |
| 27 | 40,17 | 39,82 | 39,52 | + 2,0 | +12,3 | + 8,3 | +10,7 | +11,3 | NNO. | NO. | NO. | ht. ht. | ht. | v. |
| 28 | 39,36 | 38,98 | 38,48 | + 3,9 | +13,6 | +10,7 | +12,8 | +12,8 | NO. | ONO. | ONO. | ht. ht. | ht. | w. |
| 29 | 36,81 | 36,92 | 36,77 | + 4,5 | + 8,4 | + 6,2 | + 7,0 | + 8,3 | NO. | NO. | NO. | bd. R. | bd. R. | bd. |
| 30 | 37,23 | 37,40 | 37,46 | + 4,7 | +13,7 | +10,8 | +12,4 | +13,6 | N. | N. | N. | v. | bd. | bd. |
| 31 | 37,76 | 37,34 | 36,53 | + 5,9 | +16,4 | +12,6 | +15,2 | +15,7 | NO. | ONO. | O. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| | 36,397 | 36,267 | 36,054 | + 3,88 | +12,09 | + 8,02 | +10,85 | +11,67 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 38,813 | 38,638 | 38,360 | + 5,04 | +13,69 | + 9,12 | +12,07 | +12,80 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 37,339 | 37,056 | 36,810 | + 4,26 | +12,48 | + 9,08 | +10,77 | +11,71 | - - 21 - 31 | | | | | |
| | 37,511 | 37,372 | 37,066 | + 4,39 | +12,75 | + 8,75 | +11,22 | +11,05 | - - 1 - 31 | | | | | |

**Erläuterungen.** ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Straſsenpflaster =16,5 Par. Fuſs. — Angabe seines Standes, der Ueberschuſs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Juni 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 34,60 | 34,32 | 33,97 | + 8,8 | +16,2 | +13,3 | +14,7 | +15,7 | O. | O. | O. | bd. | v. | ht. |
| 2 | 34,91 | 34,87 | 34,27 | + 5,7 | +14,4 | + 7,7 | + 9,7 | +14,3 | NO. | O. | O. | bd. | bd. | bd. |
| 3 | 34,32 | 34,05 | 33,52 | + 8,5 | +16,9 | +12,7 | +15,6 | +15,7 | OSO. | O. | SO. | v. | ht. | bd. |
| 4 | 33,46 | 33,34 | 33,14 | +10,1 | +17,4 | +13,7 | +15,6 | +16,2 | WSW. | NW. | NW. | ht. | bw. | bw. |
| 5 | 33,65 | 33,11 | 33,49 | + 9,0 | +17,3 | +14,8 | +16,5 | +17,1 | NW. | SW. | SW. | bw. | ht. | bd. |
| 6 | 35,00 | 35,20 | 35,20 | +10,3 | +16,6 | +12,6 | +13,7 | +15,3 | NW. | WSW. | W. | ht. | bd. | bd. |
| 7 | 36,86 | 36,59 | 35,21 | + 7,6 | +16,7 | +12,7 | +14,7 | +15,3 | W. | W. | W. | ht. ht. | v. | v. |
| 8 | 35,28 | 34,78 | 34,07 | + 8,9 | +19,3 | +15,4 | +17,7 | +18,5 | SO. | S. | SW. | ht. ht. | bw. | bw. |
| 9 | 34,30 | 34,66 | 35,94 | +10,8 | +18,2 | +15,1 | +16,8 | +17,2 | W. | NW. | NW. | ht. ht. | bw. | ht. |
| 10 | 37,37 | 37,27 | 37,01 | +12,7 | +19,6 | +16,5 | +18,2 | +19,0 | W. | W. | W. | ht. | ht. | bw. |
| 11 | 37,25 | 36,94 | 36,48 | +12,5 | +22,0 | +18,4 | +21,2 | +21,4 | SO. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 39,81 | 39,87 | 39,74 | +10,8 | +17,9 | +14,7 | +15,8 | +17,2 | NW. | NW. | W. | ht. | ht. | ht. |
| 14 | 39,88 | 40,17 | 39,18 | +10,1 | +18,9 | +16,2 | +17,9 | +18,2 | W. | W. | NW. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 15 | 38,79 | 38,47 | 37,74 | +10,4 | +20,8 | +16,6 | +18,6 | +20,0 | O. | SSW. | S. | ht. | ht. | ht. |
| 16 | 36,72 | 36,41 | 35,94 | +13,4 | +22,7 | +18,8 | +21,4 | +22,2 | S. | S. | SSW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 17 | 35,56 | 35,29 | 34,88 | +14,3 | +24,2 | +20,3 | +22,3 | +23,4 | W. | SW. | SW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 18 | 33,71 | 33,67 | 33,67 | +15,2 | +20,8 | +18,5 | +20,3 | +14,7 | SW. | W. | W. | v. | w. | R. |
| 19 | 31,84 | 31,89 | 31,95 | +11,6 | +15,4 | +16,7 | +14,8 | +13,7 | SW. | W. | W. | v. | R. | R. |
| 20 | 34,57 | 33,41 | 33,34 | + 7,1 | +14,7 | +10,0 | +13,0 | +14,2 | NW. | NW. | NW. | bd. | ht. | ht. |

## (Juni 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 33,00 | 33,24 | 33,23 | + 6,6 | +11,6 | + 9,8 | + 7,7 | +10,3 | W. | W. | W. | v. | R. st. | bd. st. |
| 22 | 35,74 | 35,73 | 35,34 | + 5,8 | +12,4 | +10,1 | +11,4 | +11,6 | W. | W. | W. | v. | bd. | bd. |
| 23 | 36,13 | 36,01 | 35,75 | +10,2 | +20,9 | +13,7 | +18,2 | +20,3 | SW. | SW. | SW. | bd. | ht. ht. | ht. ht. |
| 24 | 35,38 | 35,10 | 34,77 | +13,0 | +25,1 | +19,5 | +23,6 | +24,6 | S. | SSW. | N. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 25 | 36,78 | 36,96 | 36,96 | +13,0 | +18,3 | +14,8 | +16,8 | +18,0 | W. | W. | W. | ht. | ht. | ht. |
| 26 | 38,01 | 37,29 | 37,35 | + 9,6 | +17,4 | +15,1 | +16,3 | +15,7 | W. | W. | W. | ht. | w. | st. |
| 27 | 39,95 | 40,02 | 40,01 | + 7,3 | +15,2 | +10,8 | +13,3 | +15,1 | NW. | NW. | NW. | bd. | ht. | ht. |
| 28 | 40,10 | 39,77 | 39,29 | + 8,0 | +18,4 | +13,8 | +16,4 | +18,0 | SW. | SO. | SO. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 29 | 37,93 | 37,66 | 37,54 | +10,8 | +22,4 | +17,4 | +20,4 | +22,1 | SO. | NW. | NW. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 30 | 39,29 | 39,26 | 39,18 | + 9,4 | +16,1 | +13 5 | +15,3 | +15,4 | NW | NW. | NW. | ht. | ht. ht. | ht. |
| | 34,975 | 34,819 | 34,582 | + 9,24 | +17,26 | +13,45 | +15,32 | +16,43 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 36,459 | 36,236 | 35,880 | +11,71 | +19,71 | +16,69 | +18,36 | +18,33 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 37,231 | 37,104 | 36,942 | + 9,37 | +17,78 | +13,85 | +15,94 | +17,11 | - - 21 - 30 | | | | | |
| | 36,213 | 36,047 | 35,799 | +10,05 | +18,20 | +14,59 | +16,47 | +17,26 | - - 1 - 30 | | | | | |

Erläuterungen. ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Straſsenpflaster =16,5 Par. Fuſs. — Angabe seines Standes, der Ueberschuſs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Juli 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 38,98 | 38,94 | 38,67 | + 8,4 | +17,0 | +12,6 | +15,0 | +16,0 | VV. | VV. | VV. | bd. | v. | v. |
| 2 | 38,72 | 38,66 | 38,32 | + 9,5 | +19,3 | +15,3 | +17,6 | +19,0 | NNVV. | NVV. | N. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 3 | 36,95 | 36,90 | 36,64 | +13,3 | +20,8 | +18,7 | +19,7 | +20,6 | NVV. | NVV. | NVV. | ht. | bw. | bw. |
| 4 | 37,67 | 37,91 | 37,86 | +10,2 | +17,9 | +12,3 | +15,4 | +17,8 | NVV. | NVV. | NVV. | ht. | bw. | ht. |
| 5 | 38,69 | 38,43 | 38,14 | + 7,9 | +19,7 | +16,3 | +18,3 | +18,7 | N. | N. | NNO. | ht. | ht. | ht. |
| 6 | 38,62 | 38,49 | 38,04 | + 9,4 | +18,9 | +15,2 | +17,2 | +18,3 | NO. | ONO. | NNVV. | ht. ht | ht. | ht. |
| 7 | 38,66 | 38,46 | 38,13 | + 9,1 | +18,3 | +15,2 | +17,5 | +17,7 | OSO. | OSO. | OSO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 8 | 38,10 | 38,09 | 37,96 | +11,5 | +17,4 | +14,2 | +15,1 | +17,2 | NVV. | NVV. | NVV. | bd. | bd. | bd. |
| 9 | 37,80 | 37,65 | 37,40 | +10,6 | +18,2 | +13,3 | +17,2 | +17,5 | NVV. | NVV. | VVNVV. | bd. | bw. | ht. |
| 10 | 35,15 | 34,21 | 33,36 | +11,9 | +13,0 | +13,7 | +12,8 | +12,8 | VV. | VV. | VV. | bd. | bd. r. | bd. R. |
| 11 | 37,68 | 36,70 | 36,80 | + 8,4 | +16,1 | +12,4 | +16,0 | +15,3 | VV. | NVV. | NVV. | ht. | ht. | bd. |
| 12 | 36,81 | 34,95 | 34,15 | +11,3 | +22,8 | +17,3 | +20,3 | +22,3 | SVV. | SVV. | SVV. | bd. | ht. | ht. |
| 13 | 34,67 | 34,95 | 35,50 | +12,1 | +15,9 | +14,7 | +15,1 | +12,0 | VVNVV. | NVV. | NVV. | v. | v. | v. |
| 14 | 36,78 | 36,38 | 36,26 | + 9,1 | +18,4 | +14,8 | +16,8 | +18,3 | SVV. | SVV. | SVV. | v. | ht. | ht. |
| 15 | 36,53 | 36,09 | 35,43 | +11,6 | +20,5 | +16,3 | +18,7 | +20,3 | NVV. | SSVV. | S. | v. | ht. | ht. |
| 16 | 33,24 | 33,44 | 34,12 | +13,0 | +19,2 | +16,8 | +18,8 | +13,7 | SVV. | VV. | VV. | v. | v. | bd. r. |
| 17 | 34,67 | 34,25 | 34,08 | +10,4 | +17,5 | +14,7 | +16,7 | +16,3 | SVV. | SVV. | SVV. | ht. | v. | r. |
| 18 | 34,87 | 34,86 | 34,66 | + 9,7 | +15,2 | +11,4 | +14,5 | +13,8 | SVV. | VVNVV. | NVV. | w. | v. | bd. |
| 19 | 35,41 | 35,06 | 34,25 | + 7,2 | +16,5 | +11,9 | +14,4 | +16,1 | VVNVV. | SVV. | VV. | w. | ht. | ht. |
| 20 | 32,07 | 32,20 | 31,73 | + 8,4 | +13,5 | +11,4 | +13,3 | +13,3 | VV. | SVV. | VVSVV. | bd. | v. | v. |

## (Mai 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 34,83 | 34,75 | 34,65 | + 6,1 | +11,8 | +11,0 | +10,3 | + 9,3 | VV. | NVV. | NVV. | bd. | v. | bd. |
| 22 | 36,38 | 36,63 | 36,54 | + 2,5 | +10,9 | + 7,2 | + 8,8 | +10,7 | NVV. | NVV. | NO. | bd. | bd. | ht. |
| 23 | 36,55 | 35,79 | 35,45 | + 3,6 | +14,9 | + 9,7 | +13,2 | +14,7 | SO. | ONO. | SO. | ht. | ht. | ht. |
| 24 | 36,94 | 35,08 | 35,08 | + 8,0 | +13,8 | + 8,3 | +11,6 | +12,9 | N. | N. | NNVV. | bd. r. | bd. | v. |
| 25 | 36,30 | 36,28 | 36,00 | + 3,5 | +12,3 | + 8,8 | +10,5 | +10,3 | VVNVV. | NVV. | NNVV. | ht. | w. | bd. |
| 26 | 38,40 | 38,63 | 38,43 | + 2,2 | + 9,2 | + 6,3 | + 6,0 | + 9,2 | N. | N. | NO. | w. | v. | v. |
| 27 | 40,17 | 39,82 | 39,52 | + 2,0 | +12,3 | + 8,3 | +10,7 | +11,3 | NNO. | NO. | NO. | ht. ht. | ht. | v. |
| 28 | 39,36 | 38,98 | 38,48 | + 3,9 | +13,6 | +10,7 | +12,8 | +12,8 | NO. | ONO. | ONO. | ht. ht. | ht. | w. |
| 29 | 36,81 | 36,92 | 36,77 | + 4,5 | + 8,4 | + 6,2 | + 7,0 | + 8,3 | NO. | NO. | NO. | bd. R. | bd. R. | bd. |
| 30 | 37,23 | 37,40 | 37,46 | + 4,7 | +13,7 | +10,8 | +12,4 | +13,6 | N. | N. | N. | v. | bd. | bd. |
| 31 | 37,76 | 37,34 | 36,53 | + 5,9 | +16,4 | +12,6 | +15,2 | +15,7 | NO. | ONO. | O. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| | 36,397 | 36,267 | 36,054 | + 3,88 | +12,09 | + 8,02 | +10,85 | +11,67 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 38,813 | 38,638 | 38,360 | + 5,04 | +13,69 | + 9,12 | +12,07 | +12,80 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 37,339 | 37,056 | 36,810 | + 4,26 | +12,48 | + 9,08 | +10,77 | +11,71 | - - 21 - 31 | | | | | |
| | 37,511 | 37,372 | 37,066 | + 4,39 | +12,75 | + 8,75 | +11,22 | +11,05 | - - 1 - 31 | | | | | |

**Erläuterungen.** ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster =16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

## Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Juni 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 34,60 | 34,32 | 33,97 | + 8,8 | +16,2 | +13,3 | +14,7 | +15,7 | O. | O. | O. | bd. | v. | ht. |
| 2 | 34,91 | 34,87 | 34,27 | + 5,7 | +14,4 | + 7,7 | + 9,7 | +14,3 | NO. | O. | O. | bd. | bd. | bd. |
| 3 | 34,32 | 34,05 | 33,52 | + 8,5 | +16,9 | +12,7 | +15,6 | +15,7 | OSO. | O. | SO. | v. | ht. | bd. |
| 4 | 33,46 | 33,34 | 33,14 | +10,1 | +17,4 | +13,7 | +15,6 | +16,2 | WSW. | NW. | NW. | ht. | bw. | bw. |
| 5 | 33,65 | 33,11 | 33,49 | + 9,0 | +17,3 | +14,8 | +16,5 | +17,1 | NW. | SW. | SW. | bw. | ht. | bd. |
| 6 | 35,00 | 35,20 | 35,20 | +10,3 | +16,6 | +12,6 | +13,7 | +15,3 | NW. | WSW. | W. | ht. | bd. | bd. |
| 7 | 36,86 | 36,59 | 35,21 | + 7,6 | +16,7 | +12,7 | +14,7 | +15,3 | W. | W. | W. | ht. ht. | v. | v. |
| 8 | 35,28 | 34,78 | 34,07 | + 8,9 | +19,3 | +15,4 | +17,7 | +18,5 | SO. | S. | SW. | ht. ht. | bw. | bw. |
| 9 | 34,30 | 34,66 | 35,94 | +10,8 | +18,2 | +15,1 | +16,8 | +17,2 | W. | NW. | NW. | ht. ht. | bw. | ht. |
| 10 | 37,37 | 37,27 | 37,01 | +12,7 | +19,6 | +16,5 | +18,2 | +19,0 | W. | W. | W. | ht. | ht. | bw. |
| 11 | 37,25 | 36,94 | 36,48 | +12,5 | +22,0 | +18,4 | +21,2 | +21,4 | SO. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 39,81 | 39,87 | 39,74 | +10,8 | +17,9 | +14,7 | +15,8 | +17,2 | NW. | NW. | W. | ht. | ht. | ht. |
| 14 | 39,88 | 40,17 | 39,18 | +10,1 | +18,9 | +16,2 | +17,9 | +18,2 | W. | W. | NW. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 15 | 38,79 | 38,47 | 37,74 | +10,4 | +20,8 | +16,6 | +18,6 | +20,0 | O. | SSW. | S. | ht. | ht. | ht. |
| 16 | 36,72 | 36,41 | 35,94 | +13,4 | +22,7 | +18,8 | +21,4 | +22,2 | S. | S. | SSW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 17 | 35,56 | 35,29 | 34,88 | +14,3 | +24,2 | +20,3 | +22,3 | +23,4 | W. | SW. | SW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 18 | 33,71 | 33,67 | 33,67 | +15,2 | +20,8 | +18,5 | +20,3 | +14,7 | SW. | W. | W. | v. | w. | R. |
| 19 | 31,84 | 31,89 | 31,95 | +11,6 | +15,4 | +16,7 | +14,8 | +13,7 | SW. | W. | W. | v. | R. | R. |
| 20 | 34,57 | 33,41 | 33,34 | + 7,1 | +14,7 | +10,0 | +13,0 | +14,2 | NW. | NW. | NW. | bd. | ht. | ht. |

## (Juni 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 33,00 | 33,24 | 33,23 | + 6,6 | +11,6 | + 9,8 | + 7,7 | +10,3 | W. | W. | W. | v. | R. st. | bd. st. |
| 22 | 35,74 | 35,73 | 35,34 | + 5,8 | +12,4 | +10,1 | +11,4 | +11,6 | W. | W. | W. | v. | bd. | bd. |
| 23 | 36,13 | 36,01 | 35,75 | +10,2 | +20,9 | +13,7 | +18,2 | +20,3 | SW. | SW. | SW. | bd. | ht. ht. | ht. ht. |
| 24 | 35,38 | 35,10 | 34,77 | +13,0 | +25,1 | +19,5 | +23,6 | +24,6 | S. | SSW. | N. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 25 | 36,78 | 36,96 | 36,96 | +13,0 | +18,3 | +14,8 | +16,8 | +18,0 | W. | W. | W. | ht. | ht. | ht. |
| 26 | 38,01 | 37,29 | 37,35 | + 9,6 | +17,4 | +15,1 | +16,3 | +15,7 | W. | W. | W. | ht. | w. | st. |
| 27 | 39,95 | 40,02 | 40,01 | + 7,3 | +15,2 | +10,8 | +13,3 | +15,1 | NW. | NW. | NW. | bd. | ht. | ht. |
| 28 | 40,10 | 39,77 | 39,29 | + 8,0 | +18,4 | +13,8 | +16,4 | +18,0 | SW. | SO. | SO. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 29 | 37,93 | 37,66 | 37,54 | +10,8 | +22,4 | +17,4 | +20,4 | +22,1 | SO. | NW. | NW. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 30 | 39,29 | 39,26 | 39,18 | + 9,4 | +16,1 | +13 5 | +15,3 | +15,4 | NW | NW. | NW. | ht. | ht. ht. | ht. |
| | 34,975 | 34,819 | 34,582 | + 9,24 | +17,26 | +13,45 | +15,32 | +16,43 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 36,459 | 36,236 | 35,880 | +11,71 | +19,71 | +16,69 | +18,36 | +18,33 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 37,231 | 37,104 | 36,942 | + 9,37 | +17,78 | +13,85 | +15,94 | +17,11 | - - 21 - 30 | | | | | |
| | 36,213 | 36,047 | 35,799 | +10,05 | +18,20 | +14,59 | +16,47 | +17,26 | - - 1 - 30 | | | | | |

Erläuterungen. ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster =16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Juli 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 38,98 | 38,94 | 38,67 | + 8,4 | +17,0 | +12,6 | +15,0 | +16,0 | W. | W. | W. | bd. | v. | v. |
| 2 | 38,72 | 38,66 | 38,32 | + 9,5 | +19,3 | +15,3 | +17,6 | +19,0 | NNW. | NW. | N. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 3 | 36,95 | 36,90 | 36,64 | +13,3 | +20,8 | +18,7 | +19,7 | +20,6 | NW. | NW. | NW. | ht. | bw. | bw. |
| 4 | 37,67 | 37,91 | 37,86 | +10,2 | +17,9 | +12,3 | +15,4 | +17,8 | NW. | NW. | NW. | ht. | bw. | ht. |
| 5 | 38,69 | 38,43 | 38,14 | + 7,9 | +19,7 | +16,3 | +18,3 | +18,7 | N. | N. | NNO. | ht. | ht. | ht. |
| 6 | 38,62 | 38,49 | 38,04 | + 9,4 | +18,9 | +15,2 | +17,2 | +18,3 | NO. | ONO. | NNW. | ht. ht | ht. | ht. |
| 7 | 38,66 | 38,46 | 38,13 | + 9,1 | +18,3 | +15,2 | +17,5 | +17,7 | OSO. | OSO. | OSO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 8 | 38,10 | 38,09 | 37,96 | +11,5 | +17,4 | +14,2 | +15,1 | +17,2 | NW. | NW. | NW. | bd. | bd. | bd. |
| 9 | 37,80 | 37,65 | 37,40 | +10,6 | +18,2 | +13,3 | +17,2 | +17,5 | NW. | NW. | WNW. | bd. | bw. | ht. |
| 10 | 35,15 | 34,21 | 33,36 | +11,9 | +13,0 | +13,7 | +12,8 | +12,8 | W. | W. | W. | bd. | bd. r. | bd. R. |
| 11 | 37,68 | 36,70 | 36,80 | + 8,4 | +16,1 | +12,4 | +16,0 | +15,3 | W. | NW. | NW. | ht. | ht. | bd. |
| 12 | 36,81 | 34,95 | 34,15 | +11,3 | +22,8 | +17,3 | +20,3 | +22,3 | SW. | SW. | SW. | bd. | ht. | ht. |
| 13 | 34,67 | 34,95 | 35,50 | +12,1 | +15,9 | +14,7 | +15,1 | +12,0 | WNW. | NW. | NW. | v. | v. | v. |
| 14 | 36,78 | 36,38 | 36,26 | + 9,1 | +18,4 | +14,8 | +16,8 | +18,3 | SW. | SW. | SW. | v. | ht. | ht. |
| 15 | 36,53 | 36,09 | 35,43 | +11,6 | +20,5 | +16,3 | +18,7 | +20,3 | NW. | SSW. | S. | v. | ht. | ht. |
| 16 | 33,24 | 33,44 | 34,12 | +13,0 | +19,2 | +16,8 | +18,8 | +13,7 | SW. | W. | W. | v. | v. | bd. r. |
| 17 | 34,67 | 34,25 | 34,08 | +10,4 | +17,5 | +14,7 | +16,7 | +16,3 | SW. | SW. | SW. | ht. | v. | r. |
| 18 | 34,87 | 34,86 | 34,66 | + 9,7 | +15,2 | +11,4 | +14,5 | +13,8 | SW. | WNW. | NW. | w. | v. | bd. |
| 19 | 35,41 | 35,06 | 34,25 | + 7,2 | +16,5 | +11,9 | +14,4 | +16,1 | WNW. | SW. | W. | w. | ht. | ht. |
| 20 | 32,07 | 32,20 | 31,73 | + 8,4 | +13,5 | +11,4 | +13,3 | +13,3 | W. | SW. | WSW. | bd. | v. | v. |

## (Juli 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 31,91 | 32,65 | 33,08 | + 8,9 | +14,8 | +10,3 | +13,4 | +14,4 | WSW. | W. | W. | bd. | ht. | ht. |
| 22 | 34,00 | 33,86 | 33,86 | + 7,0 | +17,0 | +13,7 | +16,2 | +16,4 | SW. | SW | W. | v. | ht. | v. |
| 23 | 34,26 | 34,13 | 34,05 | + 7,8 | +16,8 | +13,3 | +15,8 | +14,3 | NW. | WNW. | W. | v. | ht. | bd. |
| 24 | 35,89 | 35,86 | 35,65 | + 7,9 | +15,2 | +11,8 | +13,4 | +14,8 | WNW. | NW. | NW. | v. | v. | v. |
| 25 | 34,57 | 34,47 | 34,42 | + 7,6 | +17,3 | +13,8 | +15,5 | +16,5 | SW. | SSW. | SW. | ht. | w. | w. |
| 26 | 36,27 | 36,50 | 36,60 | +10,2 | +17,5 | +14,0 | +16,7 | +16,3 | W. | W. | W. | bd. | v. | R. |
| 27 | 38,59 | 38,56 | 38,43 | +10,8 | +19,4 | +15,5 | +16,8 | +19,0 | W | W. | W. | v. | ht. | ht. |
| 28 | 38,51 | 38,29 | 37,73 | +11,4 | +22,3 | +17,7 | +20,8 | +21,8 | SW. | SW. | SW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 29 | 36,66 | 36,12 | 35,59 | +13,0 | +25,5 | +18,8 | +23,2 | +24,7 | S. | S. | S. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 30 | 34,97 | 35,64 | 36,12 | +14,8 | +22,3 | +20,7 | +21,4 | +19,6 | SW. | W. | W. | ht. ht. | bw. | v. |
| 31 | 37,81 | 37,75 | 37,54 | +10,1 | +15,6 | +13,2 | +13,6 | +15,3 | NW. | NW. | NW. | w. | ht. | bw. |
| | 37,934 | 37,774 | 37,452 | +10,18 | +18,05 | +14,68 | +16,58 | +17,56 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 35,273 | 34,888 | 34,698 | +10,12 | +17,56 | +14,17 | +16,46 | +16,14 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 35,767 | 35 803 | 35,734 | + 9,96 | +18,52 | +14,80 | +16,98 | +17,55 | - - 21 - 31 | | | | | |
| | 36,307 | 36,143 | 35,954 | +10,08 | +18,06 | +14,56 | +16,68 | +17,10 | - - 1 - 31 | | | | | |

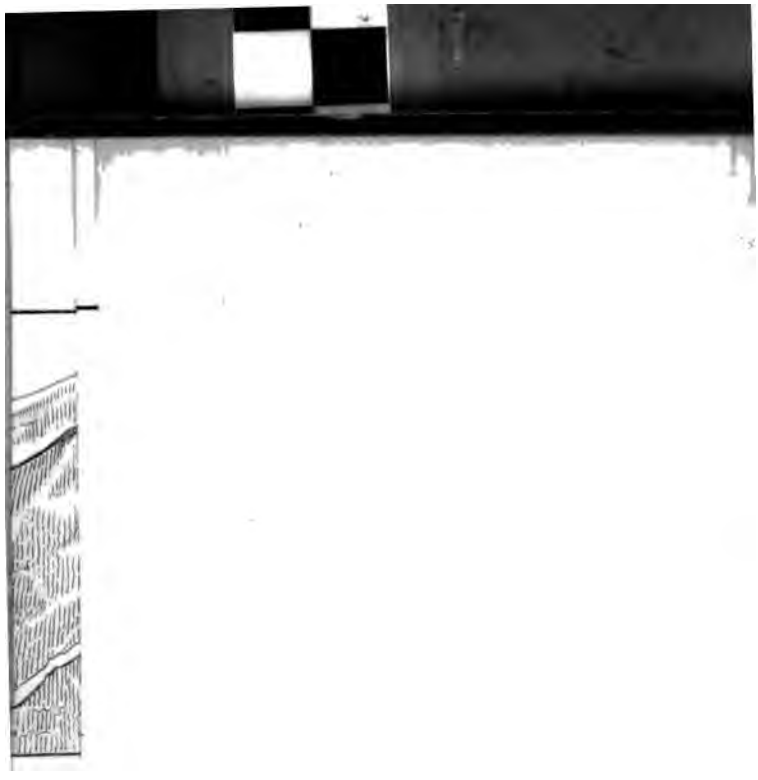
**Erläuterungen.** ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Straſsenpflaster =16,5 Par. Fuſs. — Angabe seines Standes, der Ueberschuſs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — August 1836.

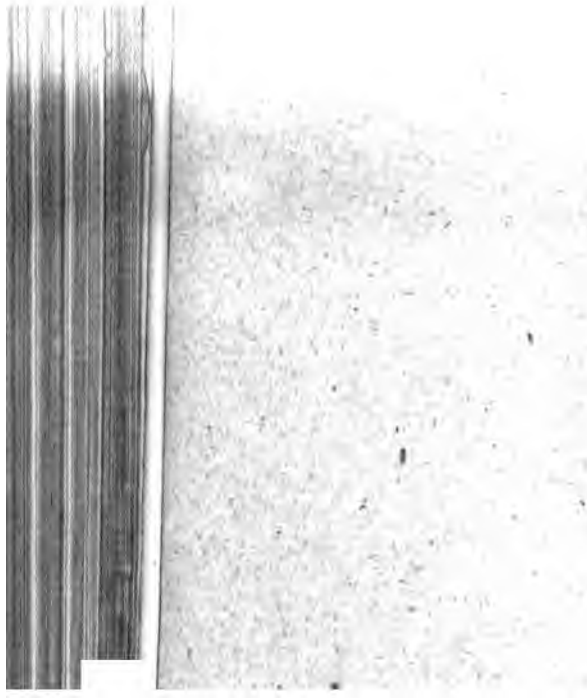
| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 37,64 | 37,32 | 36,98 | + 7,7 | +13,5 | +11,7 | +12,2 | +11,7 | W. | W. | W. | bw. | bd. | bd. |
| 2 | 33,85 | 34,22 | 34,55 | + 9,2 | +14,6 | +11,4 | +13,3 | +14,0 | W. | W. | W. | bw. | bd. | ht. |
| 3 | 37,77 | 38,01 | 38,00 | + 6,9 | +15,8 | +11,7 | +13,8 | +15,2 | W. | NW. | W. | bw. | v. | ht. |
| 4 | 36,98 | 36,43 | 36,38 | + 7,9 | +18,7 | +15,0 | +18,1 | +18,5 | WNW. | W. | SW. | v. | bd. | bd. |
| 5 | 35,59 | 35,62 | 35,68 | + 9,4 | +17,5 | +14,7 | +16,4 | +17,0 | NNW. | NW. | N. | ht. | v. | v. |
| 6 | 37,43 | 37,43 | 37,13 | + 6,9 | +16,8 | +13,1 | +15,7 | +16,3 | O. | O. | NO. | ht. ht. | ht. | ht. |
| 7 | 37,69 | 37,54 | 37,06 | + 6,9 | +18,1 | + 9,0 | +17,1 | +17,9 | SO. | W. | NW. | ht. ht. | ht. | ht. ht. |
| 8 | 37,29 | 37,17 | 37,04 | + 7,6 | +16,7 | +13,8 | +15,6 | +16,4 | N. | NW. | NW. | ht. | v. | ht. |
| 9 | 37,50 | 37,43 | 37,32 | + 8,1 | +18,3 | +13,8 | +16,4 | +17,0 | N. | N. | NO. | v. | v. | v. |
| 10 | 37,83 | 37,63 | 37,30 | + 7,0 | +18,2 | +14,3 | +15,8 | +17,7 | NW. | NNW. | NW. | ht. | ht. | ht. |
| 11 | 38,63 | 38,69 | 38,50 | + 7,2 | +17,4 | +13,2 | +15,4 | +17,2 | N. | NNO. | NNO. | ht. | ht. | ht. |
| 12 | 38,62 | 38,68 | 38,40 | + 8,6 | +18,1 | +15,0 | +16,3 | +17,6 | N. | N. | N. | v. | v. | ht. |
| 13 | 38,51 | 38,24 | 37,73 | + 9,6 | +18,5 | +12,7 | +15,7 | +18,2 | NW. | NW. | N. | bd. | ht. | ht. |
| 14 | 37,24 | 36,79 | 36,14 | + 9,0 | +19,9 | +14,3 | +17,1 | +18,6 | NW. | W. | W. | ht. | ht. | ht. |
| 15 | 34,70 | 34,64 | 34,20 | +11,5 | +22,4 | +16,5 | +19,7 | +21,7 | SO. | WSW. | SW. | ht. | ht. | ht. |
| 16 | 35,28 | 35,71 | 35,68 | +12,8 | +18,1 | +13,8 | +15,9 | +18,0 | NW. | W. | W. | bd. | bd. | ht. |
| 17 | 37,07 | 36,96 | 36,90 | + 7,9 | +16,8 | +11,8 | +14,7 | +16,4 | W. | NW. | NW. | bd. | ht. | ht. |
| 18 | 35,91 | 35,71 | 35,65 | +10,1 | +15,1 | +12,2 | +13,7 | +14,6 | W. | NW. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 19 | 33,10 | 32,74 | 32,53 | +11,3 | +16,4 | +13,4 | +14,1 | +15,7 | WSW. | W. | W. | bd. | ht. | bd. |
| 20 | 35,17 | 34,91 | 34,61 | + 8,7 | +14,7 | +11,4 | +13,2 | +14,2 | W. | W. | W. | ht. | bw. | ht. |

## (August 1836.)

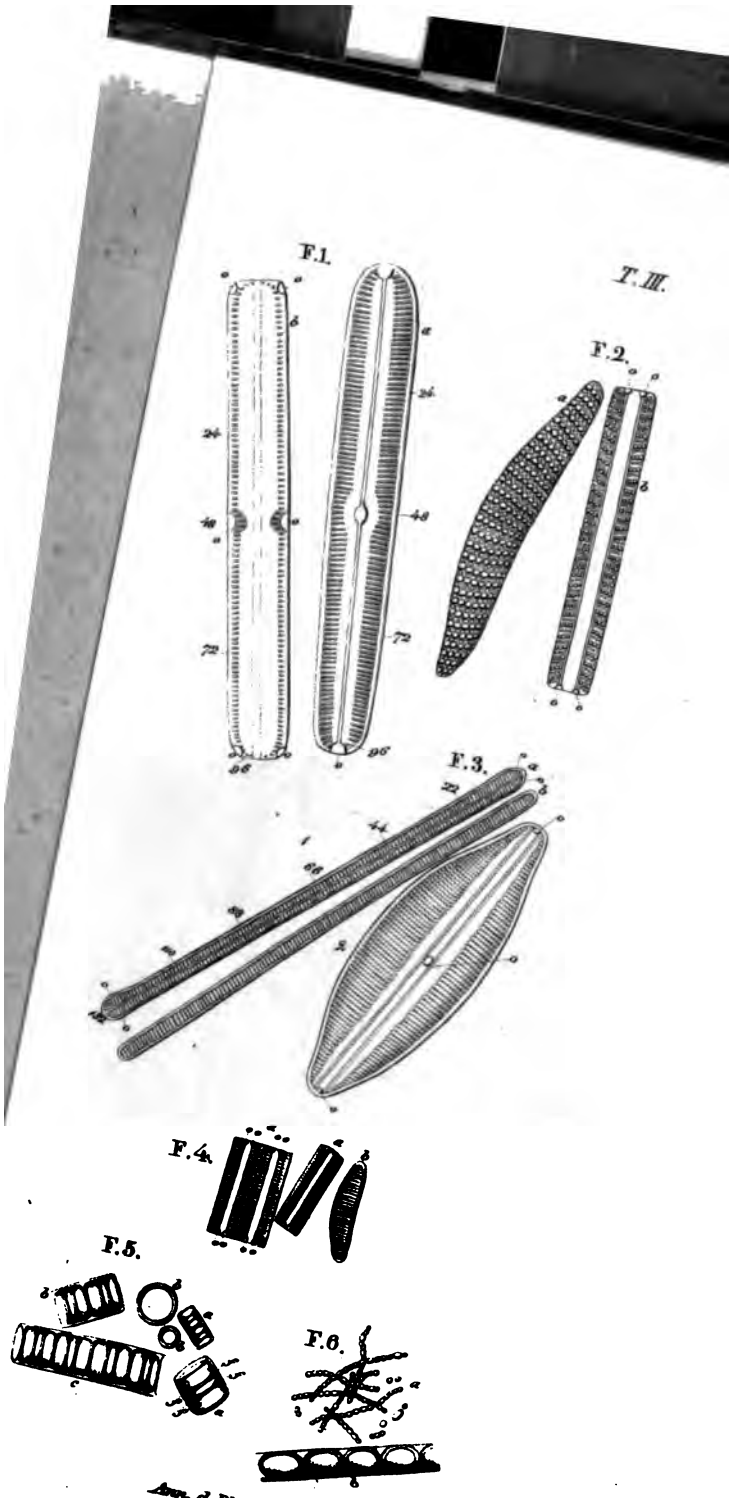
| Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 9,5 | +16,1 | +13,5 | +14,9 | +15,7 | SW. | W. | W. |
| 9,7 | +16,2 | +11,2 | +14,4 | +15,8 | W. | NW. | W. |
| 8,8 | +19,6 | +15,6 | +18,4 | +18,9 | SW. | SW. | WSW. |
| 0,5 | +14,8 | +14,7 | +14,8 | +13,0 | SW. | NNW. | W. |
| 5,4 | +15,6 | +10,8 | +13,8 | +15,2 | NW | NW. | NW. |
| 6,9 | +19,3 | +13,8 | +18,0 | +16,8 | SW. | SW. | SW. |
| 1,1 | +18,0 | +12,8 | +14,3 | +17,8 | W | | |



und



T. III.



STANFORD UNIVERSITY LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below

FEB 23 1979

PHYSICS

530.5
A613
V38
1836

111482